ELETTRONICA PRATICA

RIVISTA MENSILE PER GLI APPASSIONATI DI ELETTRONICA - RADIO - TELEVISIONE

PERIODICO MENSILE - SPED. IN ABB. POST. GR. 3°/70
ANNO X - N. 11 - NOVEMBRE 1981

L. 1.500

TRASFORMATORI DI BASSA FREQUENZA

RIVELATORE DI MESSAGGI LUMINOSI

IN SCATOLA DI MONTAGGIO

AMPLIFICATORE - 15 W

ALCUNE NOVITA'

Nelle prime pagine di questo fascicolo viene presentata una nuova, interessante scatola di montaggio, con la quale il lettore potrà costruirsi un ottimo amplificatore, in versione monofonica o stereofonica, di media potenza e di basso costo. Essa costituisce la novità del mese, mentre quella del mese prossimo sarà ancora una scatola di montaggio, ma più adatta al clima natalizio, al quale ci stiamo avvicinando. Perché consentirà di realizzare un lampeggiatore elettronico sequenziale rotante, che molti chiamano "rounding" e che troverà tante, pratiche applicazioni, sia nell'ambito del puro divertimento, sia in quello commerciale o pubblicitario. Ed anche perché molti lettori, proprio in questo periodo dell'anno, si saranno proposti di comporre un dispositivo elettronico che, attraverso magici giochi di luce, richiami l'attenzione di tutti, conferendo suggestività ad ambienti privati e pubblici. Ma le novità editoriali, tecniche e commerciali non si riassumono nella promozione di queste sole due iniziative, citate per dovere d'informazione e a conferma della validità di un dialogo con il lettore, aperto e costruttivo, che proprio in questi mesi sta per cogliere i frutti migliori. Infatti, esse si articolano attraverso una lunga serie di nuovi ed originali progetti, molti dei quali collegati con altri, originali kit che, unitamente ad altre iniziative di natura editoriale, non mancheranno di ripagare l'interesse e la stima che il lettore ha spontaneamente riposto nella nostra rivista. Altro, per ora, non possiamo anticipare, se consideriamo che qualsiasi iniziativa, ritenuta valida oggi, potrebbe risultare di poco interesse domani ed essere accantonata proprio nel momento del suo avvio. L'invito rivolto al pubblico, quindi, è quello di attendere i risultati finali.

NOVITA' DELL'ANNO !

In regalo a chi si abbona

ECCO IL PRESTIGIOSO VOLUME INVIATO IN DONO A TUTTI I LETTORI CHE SI ABBONANO O RINNOVANO L'ABBONAMENTO A ELETTRONICA PRATICA.

L'opera, assolutamente inedita, è il frutto dell'esperienza pluridecennale della redazione e dei collaboratori di questo periodico. E vuol essere un autentico ferro del mestiere da tenere sempre a portata di mano, una sorgente amica di notizie e informazioni, una guida sicura sul banco di lavoro del dilettante.

IL MANUALE DEL PRINCIPIANTE ELETTRONICO, edito in formato tascabile, è composto di 128 pagine riccamente illustrate a due colori. Il volume è di facile e rapida consultazione per principianti, dilettanti e professionisti. Ad esso si ricorre quando si voglia confrontare l'esattezza di un dato, la precisione di una formula o le caratteristiche di un componente. E rappresenta pure un libro di testo per i nuovi appassionati di elettronica, che poco o nulla sanno di questa disciplina e non vogliono ulteriormente rinviare il piacere di realizzare i progetti descritti in ogni fascicolo di Elettronica Pratica.

QUALITA' PECULIARI:

Tra i molti argomenti trattati si possono menzionare:

1° - Il simbolismo elettrico
2° - L'energia elettrica
3° - La tensione e la corrente
4° - La potenza
5° - Le unità di misura
6° - I condensatori
7° - I resistori
8° - I diodi
9° - I transistor
10° - Pratica di laboratorio

Viene inoltre esposta un'ampia analisi dei principali componenti elettronici, con l'arricchimento di moltissimi suggerimenti pratici che, al dilettante, consentiranno di raggiungere il successo fin dalle prime fasi sperimentali.

LEGGETE ALLA PAGINA SEGUENTE LE PRECISE MODALITA' D'ABBONAMENTO

MODALITA' D'ABBONAMENTO

CANONI D'ABBONAMENTO

Per l'Italia L. 18.000 **Per l'Estero L. 23.000**

L'abbonamento a Elettronica Pratica dà diritto a ricevere 12 fascicoli della rivista e una copia del MANUALE DEL PRINCIPIANTE ELETTRONICO.

La durata dell'abbonamento è annuale con decorrenza da qualsiasi mese dell'anno

Per sottoscrivere un nuovo abbonamento, o per rinnovare quello scaduto, occorre inviare il canone tramite vaglia postale, assegno bancario, assegno circolare o a mezzo c.c.p. n. 916205 intestati e indirizzati a: ELETTRONICA PRATICA - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52. Si prega di scrivere con la massima chiarezza, possibilmente in stampatello, citando con grande precisione: cognome, nome, indirizzo e data di decorrenza dell'abbonamento.

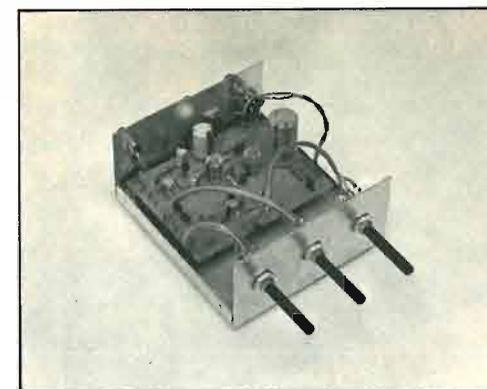
Si possono sottoscrivere o rinnovare abbonamenti anche presso la nostra Editrice:

ELETTRONICA PRATICA **Via Zuretti, 52 - MILANO Telefono 6891945**

ELETTRONICA PRATICA

Via Zuretti, 52 Milano - Tel. 6891945

ANNO 10 - N. 11 - NOVEMBRE '81

IN COPERTINA - E' riprodotto uno degli apparati più graditi ai lettori: l'amplificatore di bassa frequenza e di media potenza, che la nostra organizzazione commerciale ha voluto approntare ed offrire in scatola di montaggio a tutti coloro che vorranno farne richiesta, per risparmiare denaro e raggiungere risultati di qualità.

editrice
ELETTRONICA PRATICA

direttore responsabile
ZEFFERINO DE SANCTIS

disegno tecnico
CORRADO EUGENIO

stampa
TIMEC
ALBAIRATE - MILANO

Distributore esclusivo per l'Italia: **A. & G. Marco - Via Fortezza n. 27 - 20126 Milano tel. 2526** - autorizzazione Tribunale Civile di Milano - N. 74 del 29-2-1972 - pubblicità inferiore al 25%.

UNA COPIA L. 1.500

ARRETRATO L. 2.000

ABBONAMENTO ANNUO (12 numeri) PER L'ITALIA L. 18.000
ABBONAMENTO ANNUO (12 numeri) PER L'ESTERO L. 23.000.

DIREZIONE — AMMINISTRAZIONE — PUBBLICITA' — VIA ZURETTI 52 - 20125 MILANO.

Sommario

IN SCATOLA DI MONTAGGIO L. 18.500

POTENZA DI PICCO:	**12 W**	**DA UTILIZZARE:**
POTENZA MUSICALE:	**49 W**	**In auto con batteria a 12 V**
ALIMENTAZIONE:	**13 Vcc**	**In versione stereo**
		Con regolazione di toni alti e bassi
		Con due ingressi

DA ALIMENTARE: **Con 9 Vcc** ● **Con 13 Vcc** ● **Con 16 Vcc**

AMPLIFICATORE - 15 W

Questo amplificatore, dotato di due entrate, una a medio-alta impedenza, l'altra a medio-bassa impedenza, può essere alimentato con tutte le tensioni continue comprese fra i 9 e i 16 V, utilizzando carichi (altoparlanti) con impedenza di valore compreso fra i 2 e gli 8 ohm. Impiega un FET, un normale transistor e un circuito integrato. L'amplificazione è elevata, onde permettere, quando ve ne sia bisogno, di saturare l'integrato e produrre, all'uscita, un'onda quadra.

Gli amplificatori audio, ce lo insegna l'esperienza, sono gli apparati più graditi ai nostri lettori, soprattutto quando assumono carattere di attualità, originalità e sono approntati in scatola di montaggio.
Ciò si spiega facilmente, se si pensa che il montaggio dell'amplificatore di bassa frequenza, pur costituendo un lavoro impegnativo, può essere affrontato e condotto a termine, con pieno successo, anche dai meno esperti.
Si potrebbe anche dire che la costruzione di un amplificatore rappresenti una sorta di esame di abilitazione per comprovare la propria preparazione e le proprie attitudini tecniche prima di rivolgersi a progetti più complessi.
Ma la realizzazione di un amplificatore di bassa frequenza risulta in ogni caso molto utile, perché il dispositivo può trovare moltissime applicazioni nella vita di ogni giorno, con un notevole risparmio di denaro rispetto ai costi degli analoghi apparati commerciali.

LA MEDIA POTENZA

L'amplificatore ABF 81, che viene presentato nella versione in scatola di montaggio, è di media potenza. E potendo essere alimentato con la tensione continua di 12 V, come quella erogata dalla batteria dell'autovettura, bene si presta alla sonorizzazione di auto, roulotte, imbarcazioni, tende in campeggio, ecc. Anche perché la potenza di 10 W efficaci, corrispondenti a 40 W musicali circa, è in grado di saturare adeguatamente locali di ampie dimensioni. Soprattutto se si tiene conto che, normalmente, una potenza di 0,5 ÷ 1 W è più che sufficiente per un ambiente di 16 metri quadri, circa e che la maggior potenza, tanto apprezzata negli impianti hi-fi, non serve in realtà che a garantire una corretta risposta dei transistor di elevata potenza senza che si verifichino fenomeni di saturazione con tosatura del segnale e, quindi, con uno sgradevole ascolto.
Non va inoltre dimenticato che uno degli elementi che maggiormente influenzano l'audizione risiede nel tipo e nella qualità degli altoparlanti adottati, il cui rendimento varia notevolmente da casa a casa costruttrice. E' facile così trovare in commercio sistemi di amplificazione audio con altoparlanti ad alto rendimento ed amplificatori con bassa potenza che forniscono un segnale acustico superiore a quello di impianti di elevata potenza ma con diffusori a basso rendimento.
Riteniamo dunque che la media potenza di 10 W efficaci, erogata dal nostro amplificatore, sia più che adatta alla maggior parte delle applicazioni pratiche che i nostri lettori vorranno fare di questo dispositivo, in locali di piccole, medie ed anche grandi dimensioni.

L'ELEMENTO BASE

La scelta del progetto dell'amplificatore di bassa frequenza, che viene presentato in queste pagine nella versione in kit, è stata fatta su un elemento basilare di funzionamento, moderno, noto e dovunque facilmente reperibile: l'integrato TDA 2003 della SGS.
I circuiti integrati, come si sa, presentano, in uno spazio ridotto, caratteristiche elettriche che sono ottenibili, con i normali transistor, soltanto a costo di soluzioni circuitali abbastanza complesse, senza nulla concedere all'economia. Ma il vantaggio maggiore, ottenuto dal montaggio di un circuito integrato, consiste nella sicurezza di funzionamento dell'apparato, con una enorme riduzione della possibilità di errore di cablaggio, contrariamente a quanto avviene con l'uso dei normali transistor. Con il circuito integrato, poi, non sono richieste operazioni di taratura per la corrente di riposo ed il centraggio della tensione d'uscita, dato che queste ope-

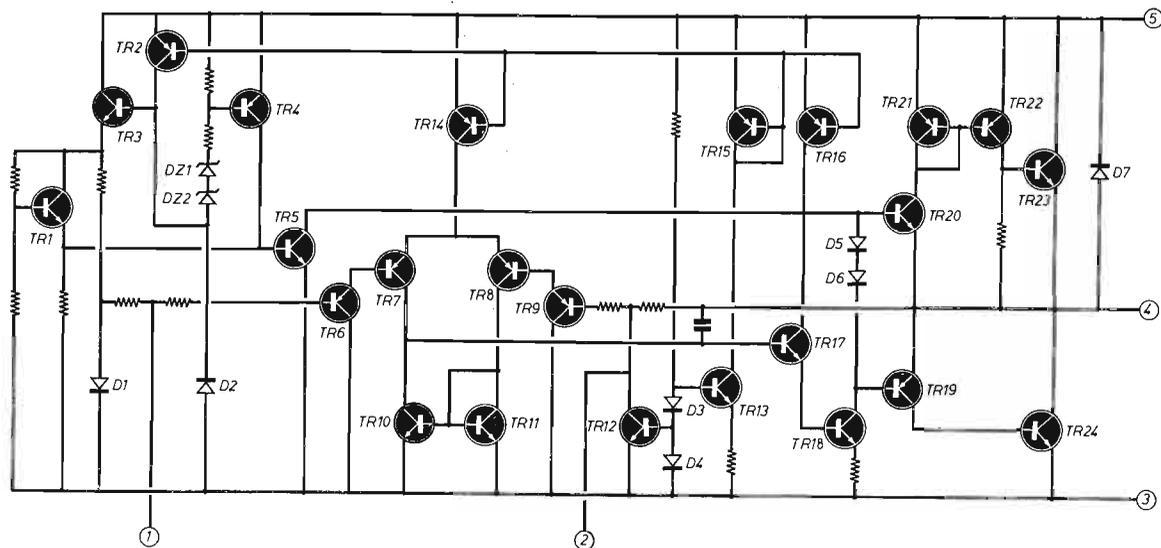



Fig. 1 - Circuito elettrico dell'integrato TDA 2003 della SGS. Esso comprende 24 transistor, 7 diodi, 2 zener, 14 resistenze e 1 condensatore.

razioni vengono automaticamente svolte da appositi circuiti elettronici contenuti all'interno dello stesso circuito integrato.

VANTAGGI DELL'INTEGRATO

Assai difficilmente i lettori principianti si interessano dei fenomeni fisici che si sviluppano internamente ad un transistor. Perché, dunque, non comportarsi allo stesso modo quando ci si trova alle prese con un circuito integrato?

Eppure alcuni lettori potrebbero anche sollevare un'altra obiezione, asserendo che l'impiego dei circuiti integrati non procura una grande soddisfazione, dato che la maggior parte dei fenomeni radioelettrici si manifesta internamente al componente, senza poterne prendere... visione.

Noi non siamo di questo avviso, perché riteniamo che l'uso dei circuiti integrati sia, in tutto e per tutto, simile a quello dei transistor e di altri attuali componenti elettronici.

Ovviamente, per avvicinarsi al mondo degli integrati, occorre far uso di una certa cautela, operando dapprima con un solo componente e passando poi alla realizzazione di apparecchiature più complesse, con due o più circuiti integrati.

Per quanto riguarda poi la difficoltà realizzativa, non vi sono dubbi che questa risulta di gran lunga inferiore a quella incontrata con l'impiego di componenti separati. La difficoltà di realizzazione, infatti, rimane sempre strettamente legata al numero di componenti che concorrono alla formazione del circuito.

Con l'integrato il numero di componenti viene drasticamente ridotto, rendendo più agevole, più spedita e più immediata la costruzione di un'apparecchiatura.

CARATTERISTICHE DEL TDA 2003

L'integrato da noi adottato, in sede di progettazione dell'amplificatore ABF 81, è, da solo, in grado di svolgere tutte le funzioni di amplificatore di potenza con caratteristiche che possiamo definire strabilianti, specialmente se consideriamo che il componente si presenta apparentemente, come un transistor di media potenza, in contenitore T0220, con la sola differenza di possedere cinque terminali anziché tre, come avviene nei transistor.

Le caratteristiche di questo portentoso integrato, annunciate dalla casa costruttrice, sono riportate nell'apposita tabella.

Lo schema elettrico dell'integrato TDA 2003 è riportato in figura 1. In esso si può notare come il componente sia comprensivo di ben 24 transistor, 7 diodi, 2 zener, 14 resistenze e 1 condensatore.

TABELLA DELLE CARATTERISTICHE DEL TDA 2003	
Potenza d'uscita a 14,4 V su 4 ohm	6 W
Potenza d'uscita a 14,4 V su 2 ohm	10 W
Rumore	1 µV
Alimentazione d'uso	8 ÷ 18 V
Dissipazione massima	20 W
Distorsione con pot. 0,05 ÷ 7,5 W	0,2%
Guadagno massimo	80 dB
Resistenza d'ingresso	150 Kohm

POTENZA DI UN AMPLIFICATORE

La potenza di un sistema di riproduzione audio costituisce uno dei dati che maggiormente interessano i musicofili. E a tale proposito è bene ricordare che è molto facile rimanere attratti dai numeri alti, come ad esempio quelli di 50 W, 60 W e più, spesso intesi non come potenza reale, ma come potenza musicale, di picco o, peggio, come potenza assorbita.

Eppure esiste una sostanziale differenziazione tra i modi di valutare la potenza di un amplificatore di bassa frequenza.

Il dato più corretto è quello della potenza efficace, che corrisponde alla potenza reale dissipata su un carico resistivo. E per meglio intenderci, cerchiamo di esprimerci attraverso un esempio. Supponiamo di trovarci in presenza di un segnale d'uscita sinusoidale con una ampiezza di 10 V picco-picco. Ebbene, in tal caso, come indicato in figura 2, si ha una tensione di 5 V picco e di 3,5 V efficaci, che, su un carico resistivo di 4 ohm, danno luogo a potenze di 25 W picco-picco o musicali, 6,25 W picco e 3,06 W efficaci.

I valori di potenza ora citati si ottengono applicando a quelli presupposti la nota formula:

$$P = V^2 : R$$

per cui, prendendo le mosse dai tre valori:

10 Vpp **5 Vp** **3,5 Veff.**

con un carico di 4 ohm, si ha:

25 W musicali **6,25 p** **3,06 Weff.**

La potenza dell'amplificatore varia, ovviamente, col variare della tensione di alimentazione e della resistenza del carico.

ESAME DEL CIRCUITO

Sull'elemento più importante dell'amplificatore abbiamo già detto in precedenza. Ora possiamo aggiungere che l'integrato TDA 2003 è un componente particolarmente robusto e pressocché indistruttibile. Risulta infatti protetto contro il surriscaldamento, contro i cortocircuiti, le inversioni di polarità di alimentazione e, addirittura, da una accidentale ed eventuale mancanza del collegamento a massa. Ma passiamo alle altre parti del circuito di figura 3.

L'amplificatore vero e proprio è preceduto da due stadi amplificatori, che hanno il compito di adattare l'impedenza d'ingresso e di compen-

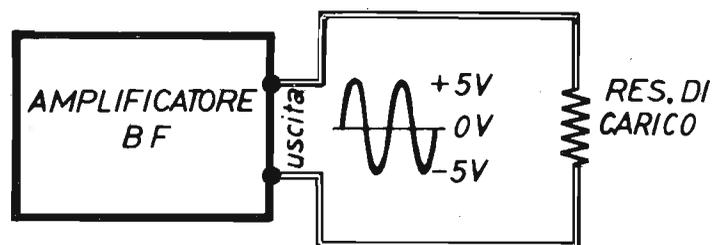
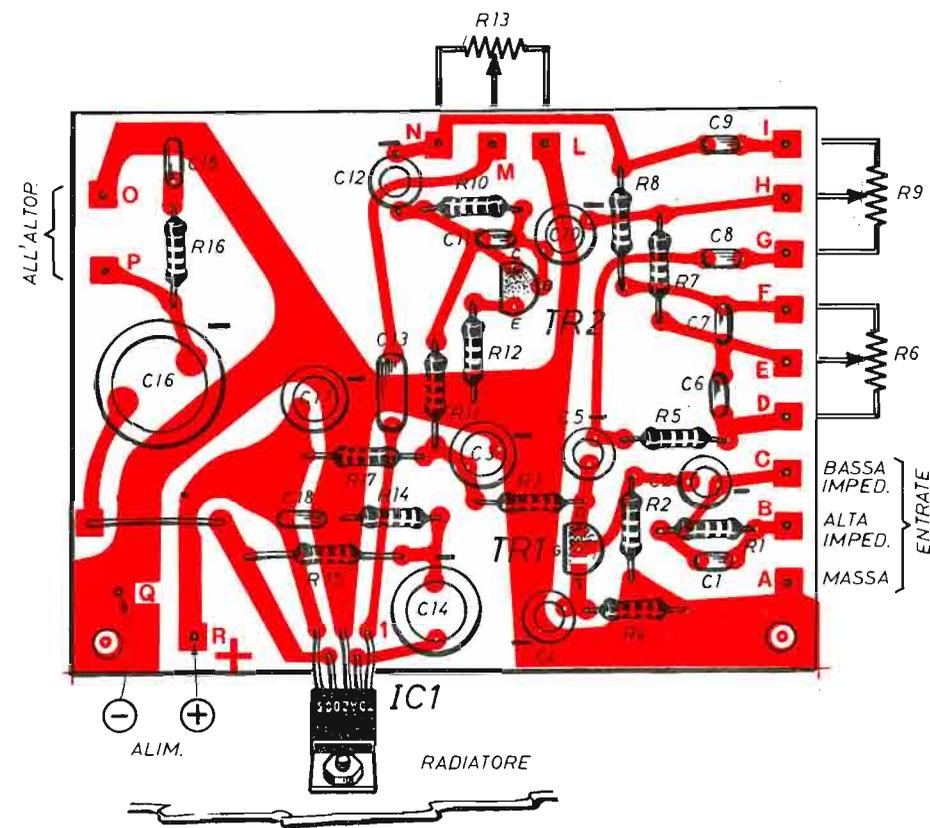



Fig. 2 - Il circuito dell'amplificatore, in questo esempio pratico, è collegato su un carico di 4 ohm. Supponendo che la tensione del segnale sia quella indicata nel disegno, le potenze musicali, di picco ed efficaci sono rispettivamente di 25 W, 6,25 W, 3,06 W.

Fig. 4 - Piano costruttivo del circuito dell'amplificatore realizzato su una basetta di vetronite nella quale è composto il circuito stampato. Questa basetta, a lavoro ultimato, verrà inserita in un contenitore di alluminio, sul quale verranno poi fissati i tre potenziometri, le boccole d'entrata e d'uscita e il circuito integrato, dopo aver interposto, fra questo elemento e l'alluminio, una piccola quantità di grasso al silicone.

Fig. 3 - Circuito teorico completo dell'amplificatore descritto nel testo. Il transistor TR1 adatta l'impedenza d'ingresso, TR2 compensa le perdite introdotte dalla rete di controllo di tonalità.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 220 pF (n 22)
C2 = 10 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C3 = 220 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C4 = 10 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C5 = 10 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C6 = 22.000 pF (22 n)
C8 = 22.000 pF (22 n)
C7 = 10.000 pF (10 n)
C9 = 10.000 pF (10 n)
C10 = 10 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C11 = 100 pF (n 10)
C12 = 10 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C13 = 220.000 µF (µ22 - 250)
C14 = 470 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C15 = 100.000 pF (100 n)
C16 = 2.200 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C17 = 220 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C18 = 100.000 pF (100 n)

Resistenze

R1 = 1 megaohm (mar. - nero - verde)
R2 = 100.000 ohm (marrone - nero - giallo)
R3 = 4.700 ohm (giallo - viola - rosso)
R4 = 1.000 ohm (marrone - nero - rosso)
R5 = 10.000 ohm (marr. - nero - arancio)
R6 = 50.000 ohm (potenz. a variaz. lin.)
R7 = 2.200 ohm (rosso - rosso - rosso)
R8 = 1.000 ohm (marrone - nero - rosso)
R9 = 50.000 ohm (potenz. a variaz. lin.)
R10 = 1 megaohm (mar. - nero - verde)
R11 = 4.700 ohm (giallo - viola - rosso)
R12 = 470 ohm (giallo - viola - marrone)
R13 = 22.000 ohm (potenz. a variaz. log.)
R14 = 2,2 ohm (rosso - rosso - oro)
R15 = 220 ohm (rosso - rosso - marr.)
R16 = 1 ohm (marrone - nero - oro)
R17 = 220 ohm (rosso - rosso - marr.)

Varie

TR1 = 2N3819
TR2 = BC237
IC1 = TDA2003

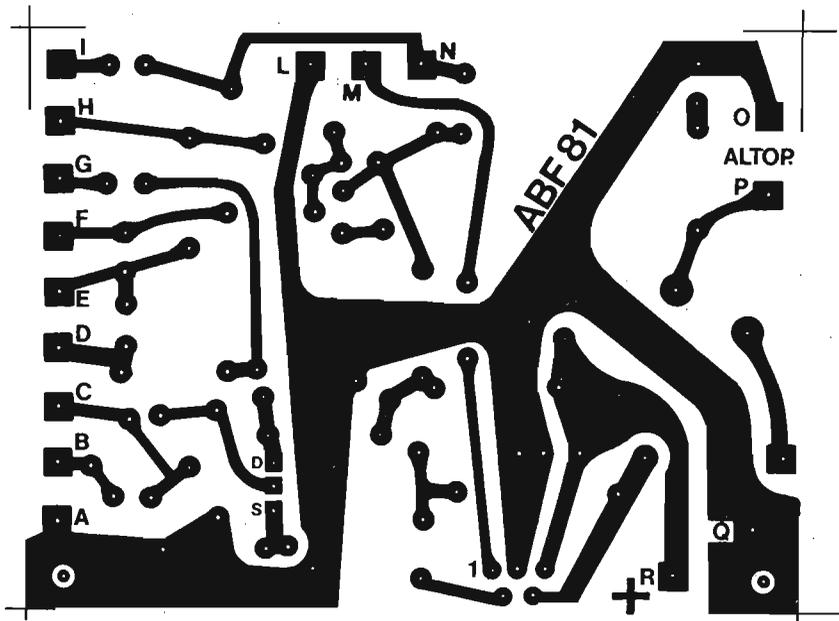



Fig. 5 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato sul quale si montano i vari componenti dell'amplificatore.

sare le perdite introdotte dalla rete di controllo di tonalità.
Per il primo stadio d'ingresso si è data preferenza ad un transistor FET, sia per l'elevata impedenza d'ingresso, che consente il diretto collegamento dell'amplificatore con cartucce o microfoni ceramici (piezoelettrici), sia per il basso rumore intrinseco del componente, che migliora considerevolmente il rapporto segnale/disturbo dello stesso amplificatore.
A valle del transistor FET è presente la rete di controllo di tonalità con regolazioni indipendenti dai suoni bassi e di quelli alti.
L'attenuazione, che inevitabilmente subisce il segnale dopo l'attraversamento della rete di controllo di tonalità, viene compensata dal lavoro di amplificazione svolto dal secondo transistor TR2, che invia il segnale amplificato al potenziometro R13, il quale controlla il volume sonoro all'uscita dell'amplificatore.
Ricapitolando, la funzione dei tre potenziometri R6 - R9 - R13, di cui i primi due sono di tipo a variazione lineare, mentre il terzo è di tipo a variazione logaritmica, è:

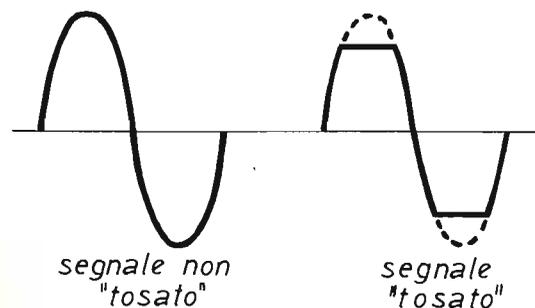



Fig. 6 - Con la presentazione di questi due diagrammi vogliamo interpretare le espressioni di segnale non tosato e segnale tosato alcune volte adottate nel corso dell'articolo. In pratica il segnale tosato è, più o meno, rappresentativo di un'onda quadra.

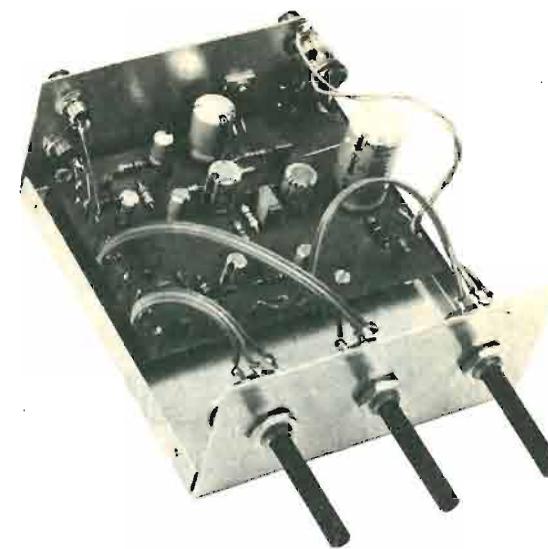



Fig. 7 - Questa foto interpreta il sistema più comune di comporre l'amplificatore su un contenitore di alluminio (non contenuto nel kit). Si noti il modo con cui l'integrato dissipa il calore prodotto attraverso la faccia posteriore del contenitore. E si notino pure i cavi di collegamento fra i vari elementi e i capicorda inseriti nella basetta di vetronite.

R6 = controllo dei bassi
R9 = controllo degli alti
R13 = controllo di volume

Dopo il potenziometro di controllo di volume, tutta l'amplificazione del segnale è affidata all'integrato IC1 che, con la sua uscita, è in grado di pilotare carichi di 8 - 4 - 2 ohm.
Nell'apposita tabella sono riportati i dati da noi rilevati con varie tensioni di alimentazione e diverse impedenze d'uscita.
Ricordiamo che il carico di 2 ohm, ossia l'impedenza di 2 ohm, si ottiene collegando in parallelo tra di loro due altoparlanti da 4 ohm.
A conclusione di questa analisi possiamo affermare che la sensibilità dell'intero amplificatore è molto spinta. Il che consente di abbinare il nostro ABF 81 a strumenti musicali e ad altre sorgenti audio che necessitano di una notevole preamplificazione.

LE TABELLE 1 - 2

Nel corso di questo articolo sono state pubblicate due tabelle, la TABELLA 1 e la TABELLA 2. Nella prima sono esposti i dati relativi alle potenze ottenute con tre valori diversi di ten-

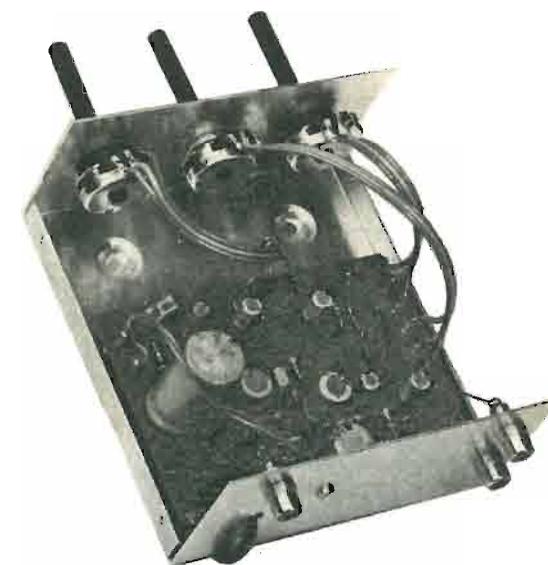



Fig. 8 - Con questa foto illustriamo i vari collegamenti fra i tre potenziometri e i corrispondenti punti del circuito stampato. Si notino pure le tre boccole schermate per i collegamenti esterni con la sorgente audio (cartucce ceramiche, microfoni piezoelettrici, ecc.) e con l'altoparlante.

TABELLA 1

	ALIM. 9 V			ALIM. 13 V			ALIM. 16 V		
IMPED. AP Ω	2	4	8	2	4	8	2	4	8
P.U. MUSIC. W	12,5	9	6,1	40	25	15,1	72	49	32
P.U. PICCO W	3,1	2,2	1,5	10,1	6,3	3,8	18	12,3	8

TABELLA 2

ALIM. →	9 V	13 V	16 V
ENTR. ALTA IMP.	80 mV	50 mV	60 mV
ENTR. BASSA IMP.	18 mV	12 mV	13 mV

sione di alimentazione (9 V - 13 - 16). I quali vengono facilmente interpretati attraverso un semplice esempio. Supponiamo infatti che si voglia alimentare l'amplificatore con la tensione continua di 13 V, collegando in uscita un carico di 2 ohm composto da due altoparlanti da 4 ohm ciascuno, collegati in parallelo. Ebbene, nella colonna centrale della TABELLA 1, in corrispondenza dell'alimentazione a 13 V e del carico di 2 ohm, è citato il valore di 40 W di potenza d'uscita musicale e quello di 10,1 W di potenza d'uscita di picco.
La TABELLA 2 cita i valori del segnale da applicare all'ingresso dell'amplificatore per raggiungere, con i tre soliti valori di tensione di alimentazione, la massima potenza resa, assolutamente indistorta.
La notevole preamplificazione prevista dal circuito dell'amplificatore consente di superare il massimo segnale all'ingresso dell'integrato IC1, saturando, senza danneggiarlo, l'integrato stesso ed apportando una tosatura al segnale in uscita, come indicato in figura 6.

MONTAGGIO DELL'AMPLIFICATORE

Mentre si può definire semplice il montaggio dell'amplificatore, esso diviene semplicissimo per chi ne acquista il kit. Basta infatti tenere sott'occhio il piano costruttivo di figura 4 e le fotografie riportate in queste pagine per condurre a termine felicemente l'opera.
Nello schema di figura 4 sono chiaramente indicate le polarità dei condensatori elettrolitici e la distribuzione degli elettrodi dei due transistor e dell'integrato. Il quale deve assolutamente essere dotato di aletta di raffreddamento. E poiché il circuito verrà inserito in un contenitore d'alluminio, l'aletta metallica dell'integrato verrà strettamente avvitata sulla faccia posteriore del contenitore dopo aver interposto un po' di grasso al silicone.
Raccomandiamo a tutti di tenere distanziato il circuito dalla faccia di base del contenitore, onde evitare falsi contatti e cortocircuiti.

Fig. 9 - Questo è l'integrato TDA 2003 della SGS che funge da elemento amplificatore fondamentale di tutto l'amplificatore di bassa frequenza descritto nel testo. La parte superiore è rappresentativa dell'aletta di raffreddamento del componente, la quale deve rimanere strettamente a contatto con la lamiera di alluminio del contenitore dopo aver infrapposto una piccola porzione di grasso al silicone.

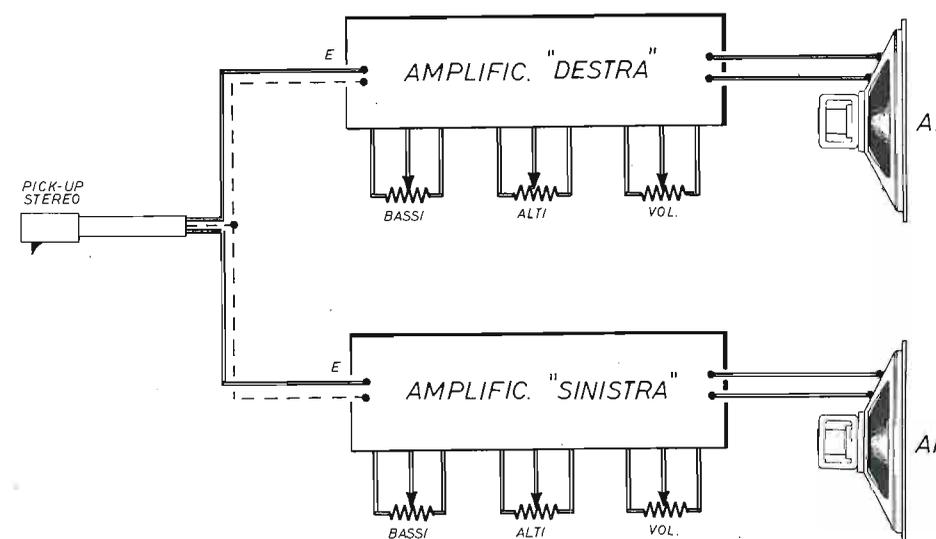
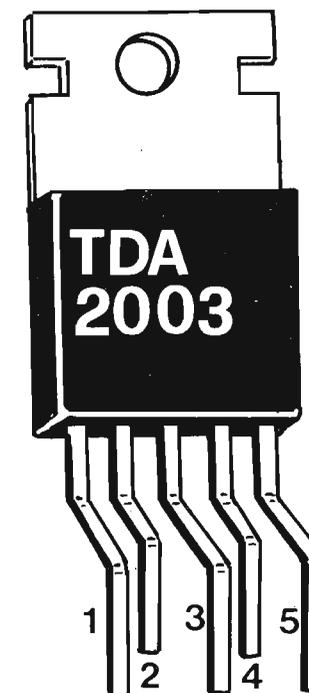
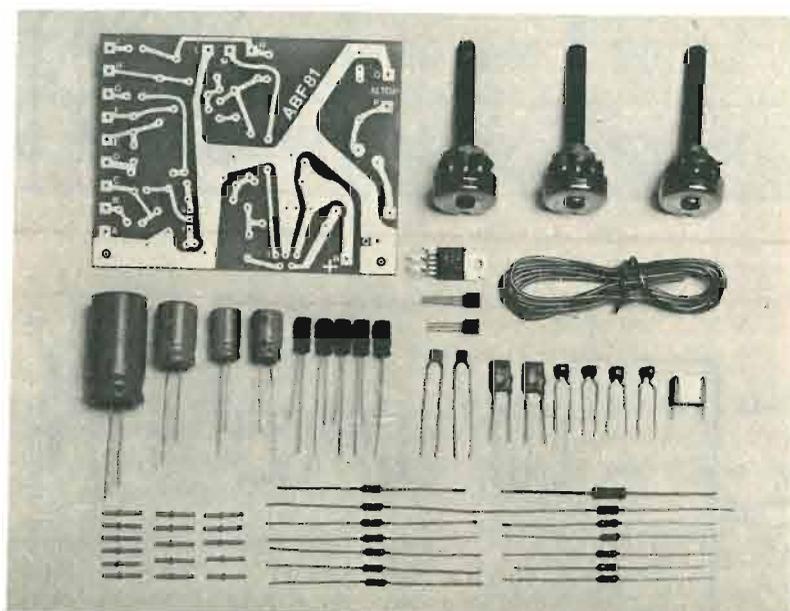



Fig. 10 - Lo schema qui riportato vuole interpretare la eventuale e possibile versione stereofonica dell'amplificatore, ottenuta mediante la realizzazione di due amplificatori distinti.

COLLEGAMENTI

I collegamenti fra i tre potenziometri e i rispettivi capicorda saldati sul circuito stampato vanno fatti con filo flessibile ricoperto in plastica. Anche quelli fra le prese polarizzate delle sue entrate e i rispettivi capicorda innestati sul circuito stampato vanno eseguiti con filo conduttore normale.
Per quanto riguarda il collegamento dell'uscita dell'amplificatore con l'altoparlante, questo deve essere realizzato tramite due fili flessibili, intrecciati fra loro, ma di buona sezione, onde evitare cadute di segnale lungo i fili stessi.
L'accoppiamento fra la sorgente audio e l'entrata dell'amplificatore andrà effettuata esclusivamente con cavetto schermato, collegando a massa (negativo) la calza metallica. Ciò ovviamente nel caso in cui non ci si serva degli appositi bocchettoni schermati e dei relativi spinotti.

Rubrica del principiante elettronico

TRASFORMATORI DI BASSA FREQUENZA

Il trasformatore rappresenta uno dei più importanti componenti di molte apparecchiature elettroniche. Quello maggiormente conosciuto provvede a trasformare la tensione elettrica della rete-luce nei valori di tensione necessari per alimentare il circuito di un dispositivo.
In pratica, il trasformatore può essere considerato come una macchina elettrica, più precisamente una macchina statica, nella quale non vi sono organi in movimento.
Il principio di funzionamento di qualsiasi tipo di trasformatore è basato sulla teoria dell'induzione elettromagnetica.
L'elemento essenziale per far funzionare un trasformatore è l'impiego delle correnti elettriche variabili, cioè delle correnti alternate o pulsanti.
Infatti soltanto se le correnti sono variabili, anche il campo elettromagnetico da esse generato è variabile e può generare in un avvolgimento, elettricamente isolato, una corrente indotta. Dunque, con la corrente continua il trasformatore non può funzionare.
Ogni trasformatore è costituito almeno da due avvolgimenti, elettricamente separati tra di loro (figura 1); in uno di questi due avvolgimenti si fa scorrere la corrente che si ha a disposizione, per esempio quella proveniente da una presa della rete-luce; nel secondo avvolgimento si ottiene la tensione desiderata, che viene chiamata anche tensione indotta e il cui valore dipende dal cal-

Attraverso una rapida rassegna di elementi teorici e dati costruttivi presentiamo al lettore principiante uno dei più importanti componenti montati nella maggior parte delle apparecchiature elettroniche: il trasformatore, nelle sue funzioni di riduttore o elevatore delle tensioni elettriche e nelle vesti di autotrasformatore ed accoppiatore d'uscita.

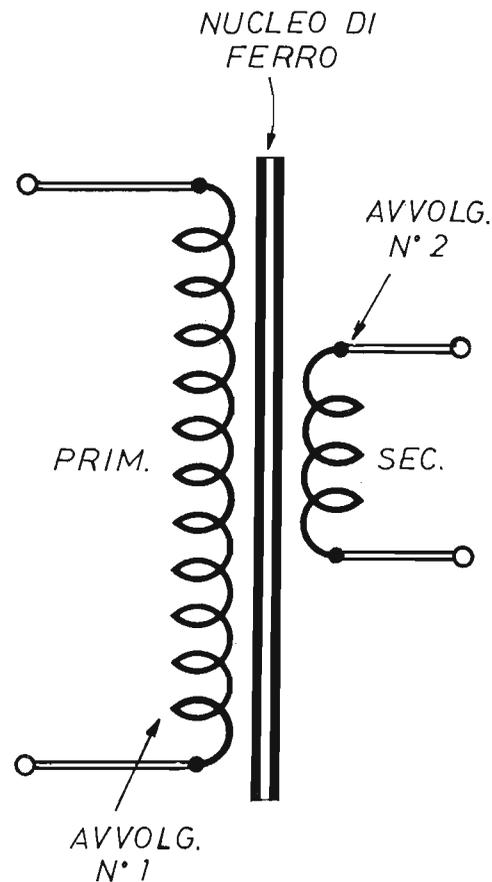



Fig. 1 - Ogni trasformatore è composto da almeno due avvolgimenti elettricamente separati tra loro: quello primario e quello secondario. Le sbarrette verticali, disegnate fra i due avvolgimenti, simboleggiano il nucleo ferromagnetico sul quale, in pratica, si realizzano gli avvolgimenti con filo di rame smaltato.

colo con cui il trasformatore è stato progettato. I due avvolgimenti prendono rispettivamente i nomi di "avvolgimento primario" e "avvolgimento secondario".
La tensione indotta, sull'avvolgimento secondario, quando questo viene collegato ad un circuito elettrico, produce una corrente la cui intensità dipende dal tipo di trasformatore adottato.

COMPOSIZIONE DEL TRASFORMATORE

I due avvolgimenti vengono realizzati su un cartoccio, che ha funzioni di supporto del filo di rame avvolto; il cartoccio poi viene inserito su un nucleo di ferro laminato, formato da un pacchetto di lamierini di ferro al silicio (figura 2). Gli avvolgimenti, che possono essere due o più di due, sono sovrapposti oppure affiancati ma, in ogni caso, essi sono sempre isolati elettricamente tra di loro. Ciò significa che l'avvolgimento primario non deve trovarsi mai in contatto elettrico con l'avvolgimento secondario. Il filo conduttore, di cui sono formati gli avvolgimenti, è di rame smaltato.
L'avvolgimento primario è normalmente composto da un numero elevato di spire, che può variare fra le poche centinaia fino ad un migliaio ed oltre. Più grande è la tensione applicata all'avvolgimento primario e più elevato è il numero di spire con cui esso è composto.
Facciamo qualche esempio: per la tensione di 110 V occorrono 560 spire; per la tensione di 220 V occorrono più di 1000 spire. Il diametro del filo, con cui si realizza l'avvolgimento, dipende dalla intensità di corrente che si vuol far scorrere attraverso l'avvolgimento stesso.
Il numero di spire, che compongono gli avvolgimenti secondari del trasformatore, è proporzionato a quello delle spire dell'avvolgimento primario ed è condizionato dal valore della tensione che si vuol ottenere.

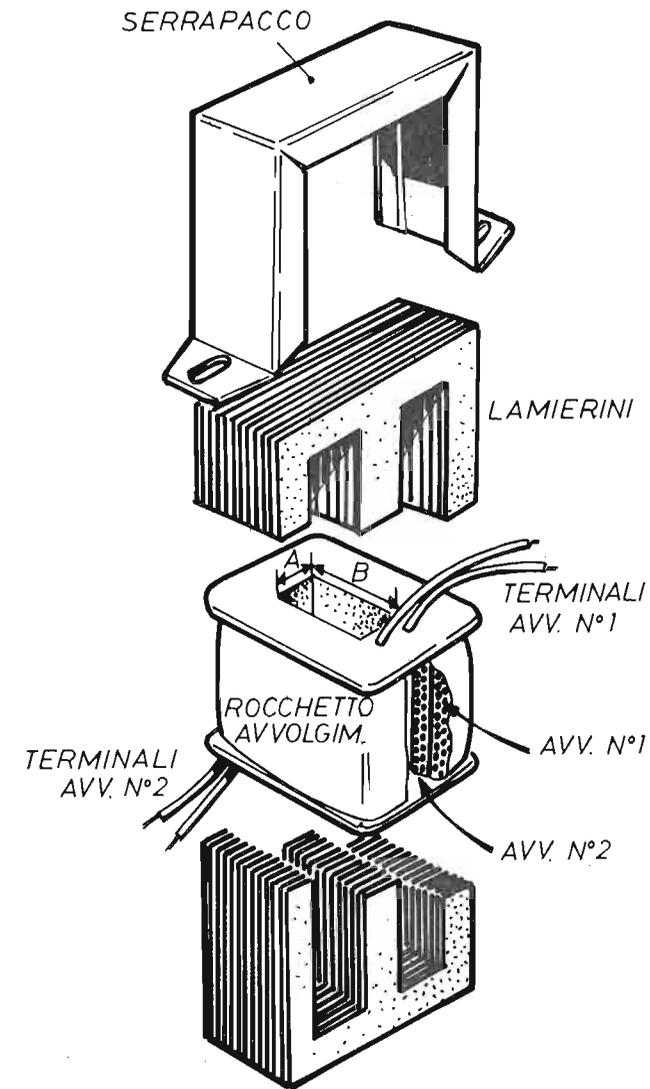



Fig. 2 - Disegno in esploso di un tipico trasformatore di alimentazione. Gli avvolgimenti, primario e secondario, di cui sono visibili i terminali, sono effettuati su un cartoccio che concorre alla formazione del rocchetto. Il serrapacco funge solo parzialmente da schermo elettromagnetico; la sua principale funzione è quella di mantenere pressato il pacco lamellare del nucleo ferromagnetico.

Fig. 3 - I lamierini al ferro-silicio destinati a comporre il pacco lamellare dei trasformatori, possono essere diversamente costruiti, a seconda della necessità di ridurre le dispersioni elettromagnetiche del campo magnetico chiuso nel circuito lamellare. In questo disegno sono rappresentati tre diversi tipi di lamierini di ferro al silicio.

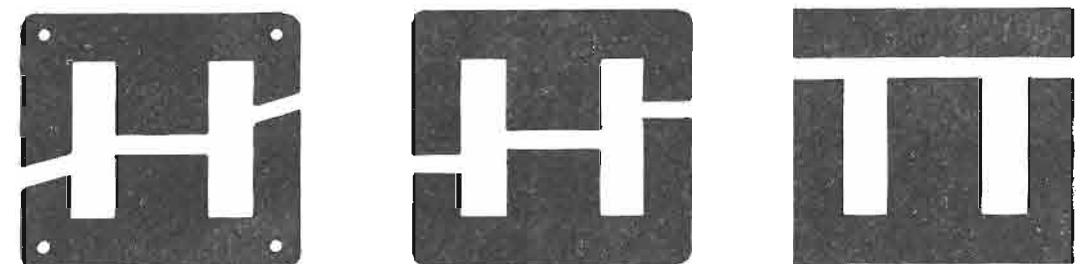
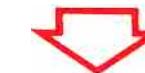
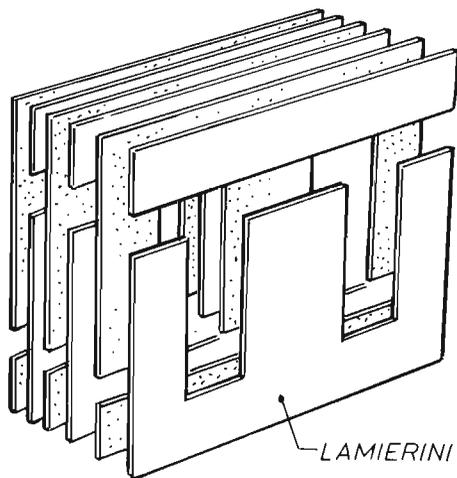



Fig. 4 - Per evitare dispersioni dei campi elettromagnetici prodotti dagli avvolgimenti, e per realizzare un circuito chiuso delle linee di forza magnetiche, i lamierini vengono sovrapposti nel modo indicato in questo disegno. Nel primo lamierino la sbarretta si trova ad una estremità; nel secondo lamierino la sbarretta si trova all'estremità opposta; in questo modo si procede nella sovrapposizione di tutti i successivi lamierini.

Quando l'avvolgimento primario è composto con lo stesso numero di spire con cui è realizzato l'avvolgimento secondario, la tensione presente sui terminali del secondario è identica a quella presente sui terminali dell'avvolgimento primario. In tal caso non esiste trasformazione di tensione e si dice che il trasformatore è costruito nel rapporto 1/1. Questo tipo di trasformatore viene spesso usato in elettronica, perché esso permette di isolare elettricamente un circuito elettronico dalla tensione di rete, pur avendo a disposizione lo stesso valore di tensione.

La tensione presente sui terminali dell'avvolgimento secondario dipende dal rapporto di trasformazione, ossia dal rapporto del numero di spire dell'avvolgimento primario e di quelle dell'avvolgimento secondario.

Nei ricevitori radio di un tempo, i trasformatori erano dotati di due o tre avvolgimenti secondari: il primo di questi serviva a produrre l'alta tensione necessaria per far funzionare le valvole, gli altri due servivano per accendere i filamenti delle valvole e le lampadine di illuminazione della scala parlante. Attualmente questi tipi di trasformatori stanno divenendo molto rari, perché la radio a valvole è stata soppiantata dal ricevitore a transistor, che può funzionare con o senza il trasformatore di alimentazione.

I trasformatori possono essere "corazzati", oppure no. I primi sono completamente rinchiusi in una custodia metallica che ha funzioni di schermo elettromagnetico, cioè impedisce ai campi elettromagnetici, generati dalle correnti, di espandersi e influenzare eventuali componenti elettronici montati nelle vicinanze del trasformatore stesso.

I secondi sono sprovvisti di tale custodia e in essi sono visibili i lamierini, che formano il pacchetto lamellare.

I lamierini sono al ferro-silicio e possono essere diversamente costruiti, come indicato in figura 3. La forma geometrica e le dimensioni dei lamierini vengono scelte in relazione alla necessità di ridurre le dispersioni elettromagnetiche del campo magnetico chiuso nel circuito lamellare. Per evitare dispersioni dei campi elettromagnetici prodotti dagli avvolgimenti, e per realizzare un circuito chiuso delle linee di forza magnetiche, i lamierini vengono sovrapposti nel modo indicato in figura 4. Nel primo lamierino la sbarretta si trova ad una estremità; nel secondo la-

Fig. 6 - Con l'espressione "sezione del nucleo" di un trasformatore, si definisce la superficie, espressa in millimetri quadrati o in centimetri quadrati, della sezione della colonna centrale del pacco lamellare, cioè quella indicata nel disegno.

Fig. 5 - Su questo circuito teorico di un trasformatore di alimentazione riduttore di tensione, da 220 V a 12 V, tramite l'ausilio delle apposite tabelle, sono stati effettuati i semplici calcoli esposti nel testo, che consentono di ottenere i dati costruttivi del componente.

Fig. 7 - Esempio di collegamento in serie di due avvolgimenti secondari, con diverse tensioni di uscita, di un trasformatore di alimentazione. Se le tensioni sono in fase, esse si sommano, ma il valore della corrente che si può assorbire è quello più basso di 3 A.

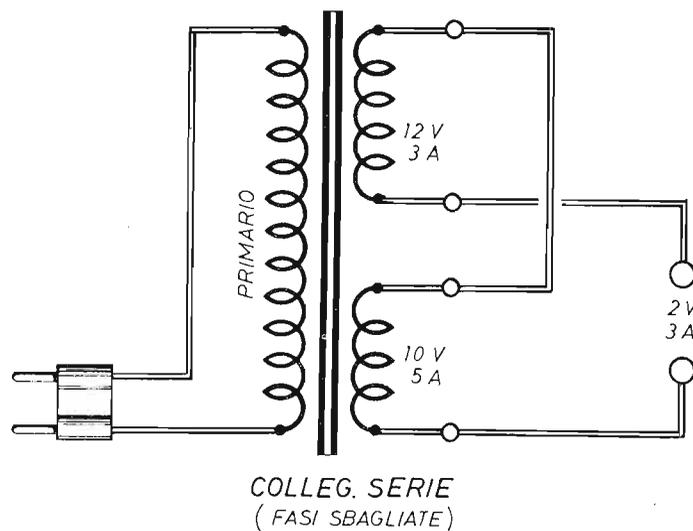



Fig. 8 - Quando i collegamenti in serie di due avvolgimenti secondari vengono fatti in modo che le tensioni risultino in controfase, allora il valore della tensione risultante è dato dalla differenza dei due valori. Nel caso specifico è di soli 2 V.

Fig. 9 - La potenza elettrica di un trasformatore di alimentazione può essere desunta dalla somma delle potenze dei singoli avvolgimenti secondari. Nell'esempio qui riportato le potenze sono correttamente espresse in VA (voltampere), anche se nella pratica dilettantistica vengono indicate in watt.

mierino la sbarretta si trova all'estremità opposta e in questo modo si procede nella sovrapposizione di tutti i successivi lamierini.

ELEMENTI DI CALCOLO

La facilità con cui oggi si può reperire in commercio il trasformatore di alimentazione non incoraggia certamente il dilettante a costruire questo componente. Ma può capitare ancora di dover apportare qualche modifica all'avvolgimento, primario o secondario, di un vecchio trasformatore di ottima qualità. Ed è quindi necessario conoscere alcuni dati costruttivi di tale elemento.
Supponiamo di dover accendere una lampadina da 12 V - 2 A utilizzando, con lo schema di figura 5, la tensione alternata di rete-luce di 220 V. Ebbene, la potenza di questo trasformatore, così come deve accadere per ogni altro trasformatore, assume un valore leggermente superiore a quello della potenza del carico. Dunque occorre un trasformatore con potenza di 30, perché la potenza del carico è di:

12 V x 2 A = 24 W

e il valore di poco superiore ai 24 W è quello di 30 W.
Con rigore di linguaggio si dovrebbe dire 30 VA (30 voltampere) e non 30 W. Ma al principiante questo particolare non interessa, tenuto conto che la differenza di valutazione tra le due espressioni è minima. Pertanto useremo sempre come unità di misura della potenza del trasformatore il watt.
L'avvolgimento primario del circuito di figura 5 va collegato, tramite una spina, ad una presa di rete, il secondario alla lampada da 12 V - 2 A.
Si tenga presente che ogni trasformatore viene venduto assieme ad un cartellino in cui sono indicati i collegamenti, che consentono di distinguere tra loro l'avvolgimento primario da quelli secondari.
Per quanto riguarda il modello di figura 5, ricordiamo che l'avvolgimento primario è composto da 880 spire di filo di rame smaltato del diametro di 0,3 mm; l'avvolgimento secondario è composto da 48 spire di filo di rame smaltato del diametro di 1,2 mm.
Possiamo ora dire che il rapporto di trasformazione è di:

880 : 48 = 18,33

oppure di:

220 : 12 = 18,33

Per costruire il trasformatore di figura 5 occorre conoscere ancora un dato, la misura della sezione del nucleo. Ma anche questo dato, come tutti gli altri fin qui citati, viene desunto dalle due tabelle riportate nel corso di questo stesso articolo.
Diciamo soltanto che con l'espressione "sezione del nucleo" di un trasformatore, si definisce la superficie, espressa in millimetri quadrati o in centimetri quadrati, della sezione della colonna centrale del pacco lamellare, cioè quella indicata nel disegno di figura 6.
I dati relativi alla superficie della sezione del nucleo, al numero di spire degli avvolgimenti e al diametro del filo di rame variano leggermente col variare della casa costruttrice.

COLLEGAMENTO DI TRASFORMATORI

Gli avvolgimenti primari e quelli secondari dei trasformatori possono essere talvolta collegati tra di loro per un pratico adattamento alla tensione dell'avvolgimento primario e per ottenere valori diversi di tensione sull'avvolgimento secondario.
Ad esempio, possedendo un trasformatore munito di due avvolgimenti secondari, uno a 12 V - 3 A e l'altro a 10 V - 5 A, si possono collegare tra di loro i due avvolgimenti per ottenere una tensione risultante di 22 V. Si tratta di eseguire un collegamento in serie, che non può essere realizzato senza tener conto del senso di avvolgimento dei conduttori. Infatti, se nel punto di congiungimento di due terminali le due tensioni in essi presenti risultano di fase opposta, può accadere che i valori delle tensioni, anziché sommarsi tra di loro, si sottraggono, cioè invece di ottenere la tensione risultante di 22 V, può capitare di ottenere una tensione di 2 V (12 — 10 = = 2 V).
Questo stesso principio di collegamento tra avvolgimenti secondari di uno stesso trasformatore si estende anche al caso di due trasformatori separati, per i quali possono essere collegati tra loro gli avvolgimenti primari e quelli secondari. Se, per esempio, gli avvolgimenti secondari sono in grado di erogare tensioni di 12 V e 10 V con il collegamento si potrà raggiungere il valore risultante di 22 V.
Questo collegamento rimane condizionato al tipo di avvolgimenti primari dei due trasformatori, che devono essere progettati per l'alimentazione con uno stesso valore di tensione di rete.
Gli schemi riportati nelle figure 7 - 8 propongono i due esempi di calcolo prima citati, quello del collegamento in serie di due avvolgimenti secondari in fase e in controfase.
Le due operazioni di somma e di sottrazione, precedentemente eseguite nel computo delle tensioni risultanti dai collegamenti in serie degli avvolgimenti secondari, non possono estendersi anche alle correnti. In tal caso, infatti, il valore della corrente risultante è quello minimo di 3 A.
Il collegamento in controfase dei due avvolgimenti secondari non può provocare alcun danno al trasformatore. Quindi si può normalmente utilizzare il tipo di collegamento che più inte-

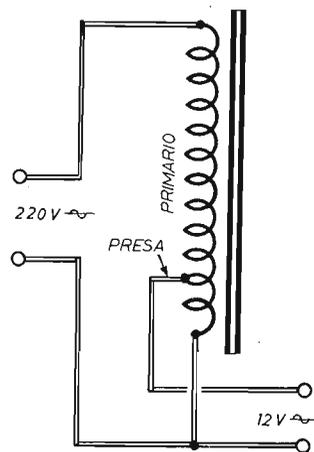



Fig. 10 - Schema teorico di un tipico autotrasformatore dotato di presa intermedia per l'erogazione della tensione ridotta di 12 V. Questo componente è dotato di un solo avvolgimento, che funge contemporaneamente da primario e da secondario, realizzato su nucleo ferromagnetico.

ressa, quello che eroga la tensione somma di 22 V o quello che eroga la tensione differenza di 2 V.
In pratica, per ottenere il tipo di collegamento in serie preferito, occorrerà procedere per tentativi, effettuando i due possibili collegamenti e misurando ogni volta il valore della tensione risultante. Perché non è assolutamente possibile individuare a vista il verso degli avvolgimenti secondari e capire quindi se essi sono in fase o in controfase.
Lo schema presentato in figura 9 sta a dimostrare che la potenza elettrica di un trasformatore di alimentazione può essere desunta dal computo delle potenze elettriche degli avvolgimenti secondari, quando si conoscano i valori delle tensioni e delle correnti erogabili da questi.
Nel caso specifico si ha:

36 W + 7 W + 110 W = 153 W

Nello schema di figura 9 i valori delle potenze sono indicati in VA ma noi, per semplicità, usiamo come unità di misura della potenza del trasformatore il watt.

L'AUTOTRASFORMATORE

In molti tipi di apparecchiature elettroniche il trasformatore è sostituito da un componente molto simile, che prende il nome di "autotrasformatore" e il cui schema teorico è riportato in figura 10.
Anche questo componente fonda il suo principio di funzionamento sulla teoria dell'induzione elettromagnetica. Come il normale trasformatore, anch'esso fa impiego di un pacchetto lamellare ma non vi sono avvolgimenti secondari; esiste un unico avvolgimento dotato di prese intermedie; da queste prese intermedie si preleva la tensione di valore pari o superiore a quello della rete-luce, e si prelevano anche le basse tensioni necessarie per l'accensione delle lampadespia.
L'autotrasformatore presenta due vantaggi rispetto al trasformatore: quello di costare di meno e di essere meno voluminoso. Ma l'autotrasformatore presenta anche un grande svantaggio rispetto al trasformatore: quello di non avere un isolamento elettrico fra la tensione di rete e i circuiti alimentati da esso.
A molti lettori sarà capitato di toccare con il dito il telaio di una apparecchiatura elettronica dotata di autotrasformatore, e di prendere la scossa; tale fenomeno si presta ad una immediata spiegazione: poiché l'autotrasformatore è dotato di un solo avvolgimento, la tensione della rete-luce, pur risultando trasformata nel suo valore reale, è direttamente applicata ai circuiti dell'apparato e, in parte, anche al telaio, che funge da elemento conduttore di uno dei due conduttori di rete.

TABELLA FILO-CORRENTE

∅ filo mm.	Amp.
0,05	0,003
0,1	0,015
0,2	0,10
0,3	0,12
0,5	0,5
0,7	1
1	2
1,5	4
2	8
3	18

TABELLA DATI COSTRUTTIVI

Sez. nucleo cm²	W	Spire x Volt
2	1	21
3	2	15
4	4	12
5	6	9
7	12	7
10	22	5
12	30	4
15	55	3
20	100	2,3
30	200	1,6

Fig. 11 - Esempio di trasformatore di accoppiamento intertransistoriale tra stadio pilota e stadio di potenza di un amplificatore di bassa frequenza.

TRASFORMATORE D'USCITA

Il trasformatore d'uscita è prima di tutto un trasformatore di corrente. Esso è così denominato per la sua presenza, molto frequente, fra il circuito d'uscita di un ricevitore radio, o di un amplificatore di bassa frequenza, e l'altoparlante.
Il trasformatore d'uscita, come quello di alimentazione, è composto da un pacco di lamierini di ferro sovrapposti, che prende il nome di "nucleo".
Sul nucleo sono presenti due avvolgimenti di filo di rame smaltato; uno di questi due avvolgimenti prende il nome di "avvolgimento primario" del trasformatore: esso è composto da un elevato numero di spire di filo di rame sottile. L'altro avvolgimento, che prende il nome di "avvolgimento secondario", è costituito da un centinaio di spire di filo di diametro maggiore e viene collegato con l'altoparlante, più precisamente con la bobina mobile di questo.
I trasformatori d'uscita per circuiti transistorizzati si possono suddividere, a grandi linee, in tre categorie:

1 - **Trasformatori d'uscita normali**
2 - **Trasformatori d'uscita per push-pull**
3 - **Trasformatori d'uscita HI-FI**

I trasformatori d'uscita possono essere costruiti per un solo transistor o per una coppia di transistor montati in circuito controfase, cioè in push-pull; in ambedue i casi, quando si progetta un tale componente, si tiene conto delle caratteristiche del transistor e dell'impedenza dell'altoparlante. Normalmente non si usa indicare l'impedenza dell'avvolgimento primario, mentre si cita l'induttanza dell'avvolgimento primario e il rapporto di spire.
Quando si fa uso di un trasformatore d'uscita, prima di effettuarne la scelta, si deve tener conto di alcuni dati essenziali. Essi sono:

1 - **Caratteristiche del circuito finale, cioé impedenza di carico.**
2 - **Impedenza del secondario, che deve corrispondere all'impedenza dell'altoparlante da collegare.**
3 - **Potenza di uscita espressa in watt.**

I valori comuni di impedenza dell'altoparlante, cioè della sua bobina mobile, sono i seguenti: 2,5 - 3 - 3,8 - 4,6 - 5 - 7 - 8 - 16 - 20 -500 - 800 ohm.
Negli amplificatori ad alta fedeltà vengono montati trasformatori d'uscita ultralineari.
Il nucleo di questi trasformatori è composto di lamierini ad alta permeabilità, mentre gli avvolgimenti sono perfettamente suddivisi per garantire un basso valore di capacità distributiva.

Fig. 12 - Nei vecchi tipi di amplificatori e ricevitori radio a valvole, il trasformatore d'uscita doveva essere caratterizzato da una impedenza dell'avvolgimento primario di valore pari a quello d'uscita della valvola amplificatrice. L'impedenza dell'avvolgimento secondario rimane in ogni caso di pari valore di quella della bobina mobile dell'altoparlante.

DALLA LUCE AL SUONO

Per ascoltare la voce della luce, orientate la fotoresistenza sulla sorgente luminosa

La costruzione del dispositivo presentato in queste pagine sarà, per il lettore, una prova inequivocabile che pure la luce possiede una sua voce. E rappresenterà anche un piacevole esercizio pratico di optoelettronica. Che è una delle scienze più recenti e nella quale la luce assume una funzione preponderante sulla meccanica dei vari sistemi. Ciò è dovuto principalmente all'introduzione sul mercato di elementi sensibili alla luce, realizzati con la tecnologia del silicio e dotati quindi di tutti quei vantaggi che sono propri dei dispositivi a semiconduttore: piccole dimensioni, alta velocità di risposta, robustezza meccanica, elevata sensibilità, ecc.
Unitamente ai dispositivi sensibili alla luce sono stati anche realizzati taluni elementi emettitori di luce, sempre a semiconduttore, denominati led, che hanno permesso di eliminare in molti settori l'uso di lampadine di ogni tipo, favorendo invece la costruzione di sorgenti luminose che, al contrario delle lampade a filamento, sono prive di inerzia e caratterizzate da elevate velocità di risposta. Si potrebbero ancora ricordare i modernissimi display a sette segmenti allo stato solido e i ben noti diodi laser.

LA FOTORESISTENZA

Pur essendo l'edificio della optoelettronica costruito sui moderni componenti ora citati, il nostro esperimento utilizza una fotoresistenza, ossia un componente che non può essere considerato nuovo e neppure appartenente all'ultima generazione dei componenti elettronici. Ma che merita, tuttavia, una certa attenzione, sia per le sue possibilità di impiego pratico, sia per il costo generalmente basso che ne favorisce l'acquisto, soprattutto nel mondo dei dilettanti. La fotoresistenza è un elemento sensibile alla luce, che permette di realizzare tutta una serie di apparati di controllo il cui funzionamento si basa sulle variazioni di luce naturale o artificiale.
Abbiamo detto che la fotoresistenza non deve considerarsi un componente elettronico dell'ultima generazione; infatti, fin dai primi tempi della produzione dei tubi termoionici si poteva disporre di un elemento fotosensibile che può senza dubbio considerarsi l'antenato della fotoresistenza: la fotocellula.
I principi che regolano il funzionamento della fotocellula furono studiati e analizzati dal celebre fisico Einstein.
Le fotocellule erano allora composte da due elettrodi metallici, racchiusi in un tubo a vuoto spinto, fra i quali veniva applicata una certa differenza di potenziale elettrico. Quando uno dei due elettrodi, più precisamente il catodo, veniva colpito da una variazione luminosa, si poteva notare un passaggio di corrente nel circuito.
Su questo fenomeno per vario tempo si tentarono di formulare delle teorie. Alla fine, proprio il fisico Einstein interpretò chiaramente il fenomeno, asserendo che la luce, anzi i fotoni, che sono particelle di energia luminosa, colpendo il catodo metallico mettevano in libertà degli elettroni che, attratti dall'anodo positivo, generavano una corrente rilevabile con gli strumenti inseriti nel circuito.

PROGRESSO DELL'ELETTRONICA

Il progresso dell'elettronica, così come ha potuto soppiantare i tubi elettronici, sostituendoli con i

> **Con l'approntamento di questo originale dispositivo, ogni lettore potrà personalmente constatare che i messaggi luminosi, che a noi giungono di continuo dalle più svariate direzioni, sono ricchi di contenuti sonori.**

Fig. 1 - Le fotoresistenze, come tutti i componenti elettronici, vengono rappresentate, nella composizione dei disegni elettrici, mediante simboli. Quelli rappresentati nel disegno sono i più comuni nel linguaggio elettronico universale.

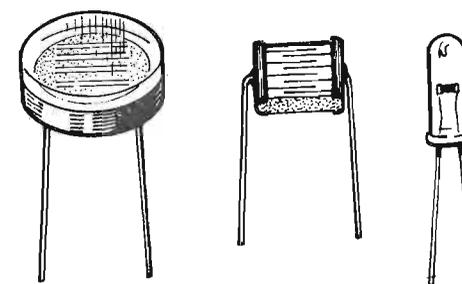



Fig. 2 - L'aspetto esteriore di una fotoresistenza varia notevolmente fra tipo e tipo. Anche le dimensioni sono molto diverse, ma il principio di funzionamento rimane sempre lo stesso. In questo disegno presentiamo tre tipi di fotoresistenze di uso molto comune.

Fig. 3 - Riproduciamo, con questo disegno, la struttura interna di una comune fotoresistenza. Su un supporto isolante, che può essere di ceramica, mica o altro materiale, viene inizialmente depositato un sottile strato di solfuro di cadmio, che costituisce l'elemento sensibile alla luce. Sopra lo strato di solfuro di cadmio viene poi depositato, generalmente a forma di doppio pettine, uno strato di materiale altamente conduttivo che, quasi sempre, è rappresentato dall'argento e talvolta anche dall'oro per le sue proprietà di inerzia chimica. Fra le due bande conduttrici, che rappresentano gli elettrodi della fotoresistenza, si forma una serpentina di materiale fotosensibile.

Fig. 4 - In condizioni di scarsa illuminazione della fotoresistenza, la frequenza di oscillazione del dispositivo è bassa (diagramma in alto). Con illuminazione di valore medio, anche la frequenza di oscillazione assume un valore medio (diagramma al centro). Viceversa, con una forte illuminazione incidente sulla superficie utile del sensore, la frequenza di oscillazione raggiunge i valori massimi (diagramma in basso).

transistor, ha portato alla sostituzione delle fotocellule con la realizzazione delle fotoresistenze. Questi componenti, sotto il profilo elettrico, possono considerarsi come delle resistenze il cui valore ohmmico varia in rapporto alla luce incidente.
Anche le fotoresistenze, così come avviene per tutti i componenti elettronici, vengono rappresentate nei circuiti teorici con un loro particolare simbolo elettrico, che può variare fra quelli presentati in figura 1. Le piccole frecce stanno a simboleggiare i raggi di luce che colpiscono la fotoresistenza. E come avviene per tutti i componenti elettronici, anche le fotoresistenze possono presentarsi sotto un aspetto costruttivo diverso. In figura 2, ad esempio, sono presentati tre tipi diversi di fotoresistenze tra le più comuni.

INVOLUCRO DELLE FOTORESISTENZE

L'involucro nel quale è inserito il componente deve essere, ovviamente, di materiale trasparente, in modo da permettere ai raggi luminosi di colpire il dispositivo interno.
Nei modelli di fotoresistenze più recenti si ricorre all'incapsulamento in plastica che, agli evidenti vantaggi di robustezza unisce una notevole dose di economia costruttiva se paragonati ai modelli contenuti in bulbo di vetro sotto vuoto spinto.
Le dimensioni e le forme delle fotoresistenze sono tra le più disparate e sono sempre in funzione del tipo di utilizzazione del componente. Le dimensioni, ad esempio, rimangono sempre legate al valore massimo della potenza dissipabile dalla fotoresistenza e ciò significa che, prima di acquistare un componente, occorre avere idee chiare sulla potenza che esso deve dissipare. Per esempio, se la fotoresistenza è chiamata a pilotare direttamente un relé, è necessario servirsi di un modello di potenza; nei circuiti di polarizzazione di base dei transistor alimentati a bassa tensione, invece, può andar bene una fotoresistenza a bassissima dissipazione.

STRUTTURA DELLA FOTORESISTENZA

Nel disegno di figura 3 è riportata la struttura tipica di una fotoresistenza. Su un supporto isolante, che può essere di ceramica, di mica o altro materiale, viene inizialmente depositato un sottile strato di solfuro di cadmio, che costituisce l'elemento sensibile alla luce. Questo elemento, anziché liberare elettroni esternamente al materiale stesso, come avveniva per la fotocellula, li libera internamente, favorendo la conduzione elettrica, cioè variando la propria resistenza.
Sopra allo strato di solfuro di cadmio viene ulteriormente depositato, generalmente in forma di doppio pettine, uno strato di materiale altamente conduttore (generalmente l'argento e talvolta anche l'oro per le sue proprietà di inerzia chimica). Si viene così a generare fra le due bande conduttrici, che costituiscono gli elettrodi della fotoresistenza, una serpentina di materiale fotosensibile. In tal modo nel minimo spazio possibile, interposto fra i due elettrodi, è presente una lunga striscia di materiale fotoelettrico che permette di raggiungere una notevole sensibilità del dispositivo anche se le dimensioni di questo sono molto ridotte.
Contrariamente a quanto avviene per la cellula fotoelettrica, la fotoresistenza non è un componente polarizzato e ciò significa che non è assolu-

Fig. 5 - Progetto del tipo più semplice di dispositivo in grado di trasformare la luce in suono attraverso la fotoresistenza FR e un auricolare di tipo magnetico.

COMPONENTI

Condensatore
C1 = 100.000 pF

Resistenze
R1 = 200.000 ohm (trimmer)
R2 = 4.700 ohm
R3 = 10 ohm

Varie
TR1 = BC107
TR2 = BC177
FR = fotoresistenza (di qualsiasi tipo)
P1 = pulsante (normal. aperto)
PILA = 1,5 V
AURIC. = magnetico a bassa impedenza

Fig. 6 - Piano costruttivo del convertitore di luce in suono. L'ascolto in auricolare magnetico a bassa impedenza si ottiene premendo il pulsante P1. La basetta del circuito stampato è incollata sulla scatolina di plastica dalla parte in cui normalmente si applicano i componenti. I quali sono invece saldati direttamente sui vari punti della pista di rame.

Fig. 7 - Disegno del circuito stampato, in grandezza reale (scala unitaria), visto dalla parte delle piste di rame.

tamente necessario rispettare alcuna polarità in sede di applicazione del componente stesso nel circuito utilizzatore; ciò del resto è facilmente intuibile a causa della perfetta simmetria di costruzione del componente.

PROPRIETA' ELETTRICHE

Ci siamo fin qui occupati del principio fisico di funzionamento e della costituzione delle fotoresistenze. Ci manca ora di ricordare al lettore quelle che sono le caratteristiche elettriche di questi componenti.
La fotoresistenza è un componente la cui resistenza interna varia col variare della luce incidente. Al buio essa si comporta quasi come un isolante, assumendo valori resistivi che superano spesso il milione di ohm, raggiungendo talvolta anche i 10 megaohm. Man mano che la luce aumenta, la fotoresistenza diviene sempre più conduttrice, sino a raggiungere, sotto una luce intensa, valori di poche centinaia di ohm o, addirittura, di qualche decina di ohm.
Possiamo così concludere dicendo che il campo di variazione della resistenza è veramente notevole e ciò fa della fotoresistenza un componente ricco di grandi possibilità di impiego pratico, delle quali quella che ci accingiamo ora a descrivere costituisce un valido esempio.

ESAME DEL CIRCUITO

Il circuito che fa uso di una resistenza per convertire la luce in suono è riportato in figura 5.
Lo schema, come si può osservare, è alquanto semplice ed utilizza due soli transistor al silicio di cui uno è di tipo NPN, l'altro è di tipo PNP.
In realtà si tratta di un circuito oscillatore a rilassamento, in grado di generare un segnale impulsivo ad una frequenza di ripetizione che dipende dalle costanti di tempo del circuito, ossia, in particolare, dal condensatore C1, dal trimmer R1, dalla resistenza R2 e dalla fotoresistenza FR, che può essere di qualsiasi tipo.
Poiché il valore resistivo della fotoresistenza risulta influenzato, in misura molto ampia, dalle condizioni di illuminazione esterne, ne consegue che la frequenza del segnale prodotto dipende dall'entità della luce incidente sulla fotoresistenza.
In particolare, in condizioni di scarsa illuminazione, essendo elevata la resistenza del sensore ottico, la frequenza di oscillazione sarà bassa, così come indicato nel diagramma in alto di figura 4. Mentre la frequenza di oscillazione rag-

Fig. 8 - Secondo progetto di dispositivo rivelatore della luce in suono. L'uso del circuito integrato consente di raggiungere una maggior potenza di funzionamento e di pilotare quindi un normale altoparlante.

COMPONENTI

Condensatori

C1	=	100.000 pF
C2	=	47 µF - 12 Vl (elettrolitico)

Resistenze

R1	=	1.000 ohm
R2	=	1.000 ohm (trimmer)

Varie

IC1	=	555 (integrato)
S1	=	interruttore
FR	=	fotoresistenza (di quals. tipo)
AP	=	altoparlante (8 ohm)

giungerà il valore massimo in condizioni di forte illuminazione (diagramma in basso di figura 4). Il diagramma al centro di figura 4 interpreta la frequenza di oscillazione in condizioni di illuminazione normale o media.

Per regolare il valore massimo di frequenza è stato inserito nel circuito di figura 5 il trimmer R1.

USCITA DELL'OSCILLATORE

L'uscita dell'oscillatore è adatta a pilotare un auricolare magnetico a bassa impedenza. Il quale funziona egregiamente con una alimentazione a pila del circuito del valore di 1,5 V.

Volendo ascoltare... la luce attraverso un piccolo altoparlante, la tensione di alimentazione dovrà essere elevata a 3 V o a 4,5 V, utilizzando pile con questi valori di tensione. Ovviamente, per l'ascolto in altoparlante, la resistenza R3 verrà eliminata allo scopo di garantire una miglior resa acustica. L'altoparlante più adatto a svolgere queste funzioni deve avere una impedenza di valore compreso fra i 16 ohm e i 30 ohm circa.

COSTRUZIONE

Il circuito teorico riportato in figura 5 si adatta alle più svariate soluzioni realizzative, non presentando esso alcun elemento critico degno di nota. In figura 6, tuttavia, per favorire il lavoro costruttivo del principiante, abbiamo voluto presentare un piano costruttivo dell'apparato. Nel quale si fa uso di un contenitore di plastica e di un circuito stampato, il cui disegno a grandezza reale è riportato in figura 7.

In questa occasione ci siamo comportati in modo diverso dal solito, perché abbiamo preferito applicare i componenti al circuito stampato direttamente dalla parte in cui sono composte le piste di rame. Ciò evita il non facile lavoro di foratura della basetta di bachelite e garantisce ugualmente la rigidità e la compattezza del circuito. Allo stesso tempo si può usufruire del vantaggio di incollare, direttamente sulla plastica del contenitore, la faccia della basetta sulla quale invece di solito si applicano i componenti, senza ricorrere all'uso dei distanziali o ad altri elementi che concorrono all'appesantimento di un apparato destinato alla miniaturizzazione.

IL SECONDO CIRCUITO

Per coloro che volessero realizzare un dispositivo più potente e preciso di quello schematizzato in figura 5, abbiamo presentato il progetto di figura 8. Nel quale si fa uso del ben noto integrato modello 555, in grado di pilotare, con discreta resa, un normale altoparlante da 8 ohm.

Se il circuito di figura 8, rispetto a quello di figura 5, presenta il vantaggio della maggior potenza, si deve anche dire che esso denuncia uno svantaggio: quello del consumo di corrente nettamente superiore, che impone un frequente ricambio delle pile di alimentazione, le quali, in ogni caso, debbono essere in numero di due, da 4,5 V ciascuna, collegate in serie tra di loro.

Di questo secondo circuito non abbiamo presentato il piano costruttivo, in quanto il progetto è indirizzato ai lettori più preparati.

Per radioamatori, CB, modellisti e per tutti i radiocomandi

Per avviare il funzionamento di questo collaudato, sensibile e moderno dispositivo che, collegato con l'uscita di un radiotelefono, ricevitore CB o amatoriale, rivela e memorizza, a beneficio dell'operatore, ogni eventuale radiochiamata, è sufficiente un impulso sonoro di una certa ampiezza.

AUDIORELE'

Occorre un impulso sonoro di una certa ampiezza per mettere in funzione questo originale dispositivo. E l'impulso, ossia il segnale audio, può essere quello prelevato dai terminali di un altoparlante di un apparecchio radioricevente o da un preamplificatore. Ecco quindi che l'applicazione più tipica dell'audiorelè appare subito, agli occhi del dilettante, come quella di un dispositivo di chiamata radio in tutti i settori amatoriali e CB. Perché con esso diviene possibile segnalare e memorizzare ogni richiesta di collegamento via radio, senza costringere l'operatore ad un costante controllo del ricevitore sulla frequenza in cui è atteso il collegamento. L'uscita dell'audiorelè, dunque, può essere una lampada, che rimane accesa anche quando il segnale di chiamata non è più in atto, oppure una suoneria o un qualsiasi servomeccanismo (radiocomando). Mentre l'entrata è costituita da un collegamento diretto con l'uscita di un radioricevitore o, più semplicemente, da un microfono di tipo molto sensibile, piezoelettrico o magnetico.

ENTRATA CON MICROFONO

Se l'entrata dell'audiorelè è rappresentata da un microfono, allora gli usi che di esso si possono fare diventano veramente innumerevoli. E vanno dal settore fotografico a quello delle sperimentazioni elettroniche, dai sistemi di chiusura dei circuiti alimentatori a quelli per antifurto. Per esempio, può bastare il solo schiocco delle dita di una mano per mettere in azione l'audiorelè, consentendo così la realizzazione di un perfetto comando a distanza in grado di aprire o chiudere un circuito elettrico, più praticamente di mettere in funzione un elettrodomestico o provocare l'illuminazione di un ambiente.
Ma vediamolo subito da vicino questo interessante circuito che, come l'orecchio umano, ha il potere di ascoltare i rumori e di segnalarli attraverso le forme elettriche, ottiche e meccaniche più disparate.

SEMPLICITA' CIRCUITALE

In sede di progettazione dell'audiorelé, i nostri tecnici si sono prefissi alcune finalità. Prima fra tutte quella della composizione di un circuito di sicuro affidamento. In secondo luogo quella della semplicità circuitale, che tuttavia appare evidente osservando lo schema teorico riportato in figura 1.
I tecnici si sono pure preoccupati di presentare ai lettori un dispositivo di facile realizzazione pratica per tutti, anche per coloro che si ritengono alle prime armi con l'elettronica. E per i principianti si è tenuto in massimo conto il costo della realizzazione, contenendolo entro i limiti accessibili dalla grande massa di coloro che seguono mensilmente con passione il periodico.

COMPONENTI MODERNI

Per poter soddisfare contemporaneamente tutte le esigenze or ora elencate, si è deciso di ricorrere a componenti elettronici moderni e, allo stesso tempo, di prezzo popolare.
L'amplificatore di bassa frequenza, ad esempio, è costituito da un circuito integrato operazionale assai noto ai nostri lettori: l'ormai famoso µA741, che permette di ridurre sensibilmente la complessità circuitale e, allo stesso tempo, garantisce il raggiungimento di uguali risultati in tutte le realizzazioni, dato che questi rimangono indipendenti dall'amplificatore e non risentono quindi in pratica della variabilità eventuale delle tensioni, della temperatura o del tipo di componenti adottati.
L'indirizzo da noi assunto, quindi, ci ha permesso di raggiungere il principale risultato di un dispositivo di sicuro funzionamento, perché privo di fattori critici quali, ad esempio, le polarizzazioni, i guadagni dei transistor, ecc., che possono sempre pregiudicare il risultato finale.

RETROAZIONE POSITIVA

Gran parte dei risultati raggiunti, in sede di progettazione, sono stati agevolati dalle tecniche di retroazione impiegabili con gli amplificatori operazionali integrati, ad alto guadagno, quale ad esempio il citato µA741, che ne costituisce un esemplare. Nel nostro circuito, infatti, l'amplificatore operazionale IC1 è utilizzato con retroazione positiva.
Le resistenze di retroazione R4 - R5 collegano l'uscita dell'integrato, ossia il terminale 6, con l'ingresso positivo non invertente, che corrisponde al terminale 3 di IC1. Ciò conferisce all'amplificatore una tipica caratteristica a trigger di Schmitt, che determina la commutazione dell'uscita tra i livelli di alimentazione positiva e negativa non appena l'ingresso supera certi valori prestabiliti.

PERCORSO DEL SEGNALE

Seguendo il percorso del segnale audio, dalla boccola di entrata dell'audiorelé, si nota come questo incontri dapprima la resistenza R1, la quale dovrà essere montata soltanto nel caso, peraltro primario, in cui il segnale risulti prelevato dall'uscita di un amplificatore di bassa frequenza privato dell'altoparlante.
Attraverso il condensatore C1 e la resistenza R2, il segnale giunge all'ingresso dell'amplificatore operazionale.
Se l'ampiezza del segnale è sufficiente per superare la soglia di scatto, impostata tramite il potenziometro R5, il segnale audio viene convertito in un treno di onde quadre la cui ampiezza varia tra + V e — V, esprimendo con questi simboli i valori delle due tensioni di alimentazione. La porzione negativa del segnale d'uscita viene « tagliata » dal diodo raddrizzatore D1 e non provoca quindi alcuna conseguenza sulla restante parte del circuito. La porzione positiva dell'onda quadra, invece, passa attraverso il diodo D1 e la resistenza R6 per raggiungere poi il gate del diodo controllato SCR e per far innescare tale componente.

CONDUZIONE DELL'SCR

Quando il diodo controllato SCR riceve corrente sul gate, esso diviene conduttore e conserva co-

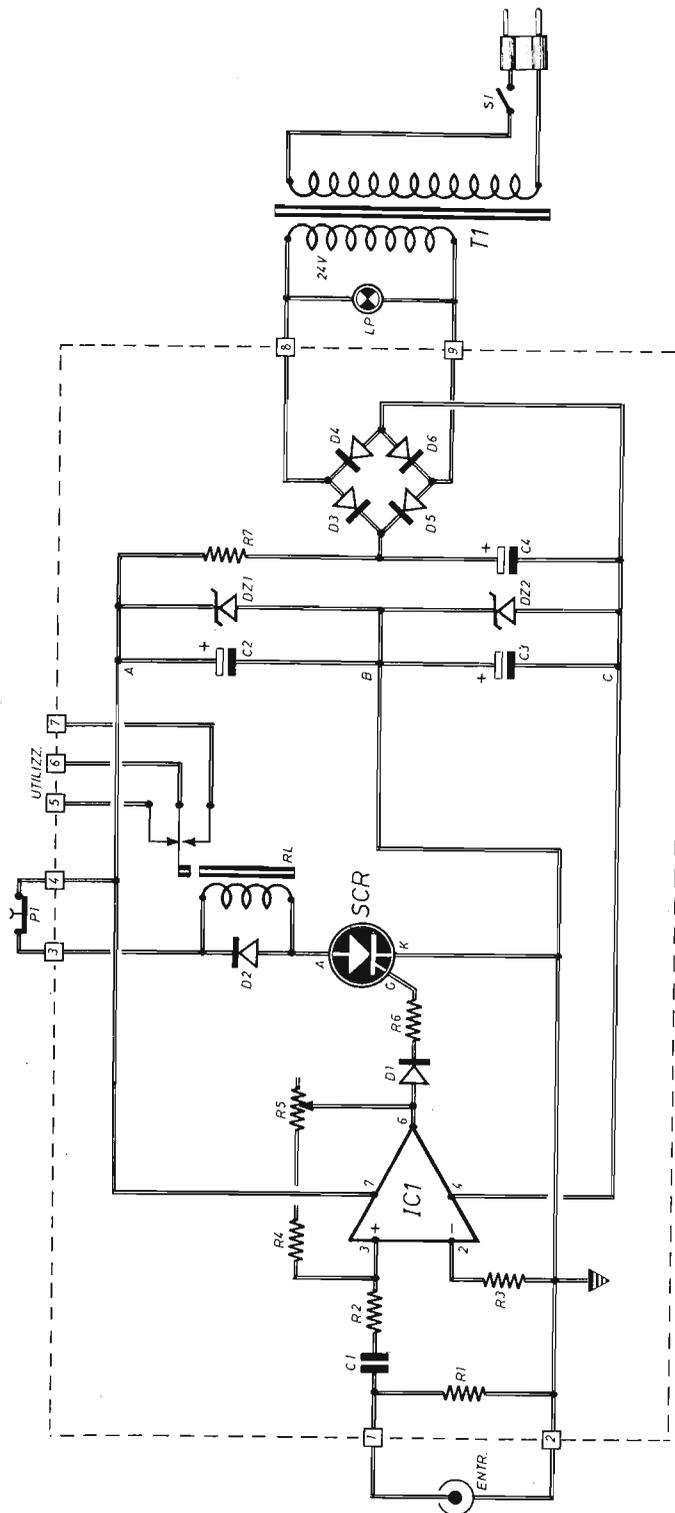



Fig. 1 - Progetto completo dell'audiorelé. La parte racchiusa fra linee tratteggiate si riferisce al montaggio dei componenti elettronici sulla basetta in cui è riprodotto il circuito stampato. La stessa basetta e gli altri elementi vengono poi inseriti in un unico contenitore metallico. Il potenziometro R5 consente di regolare la soglia di scatto del diodo controllato.

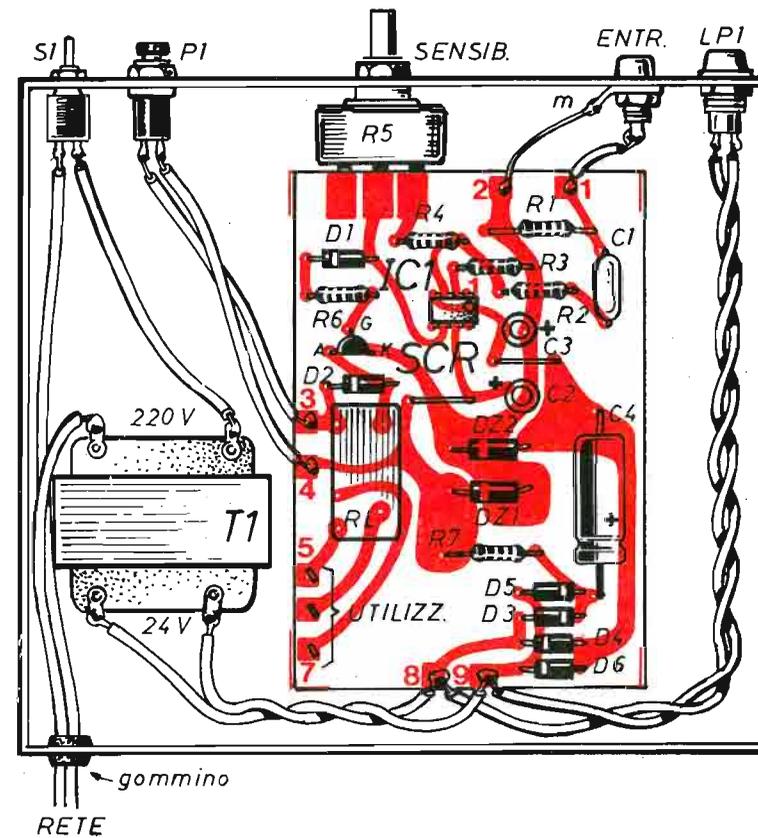



Fig. 2 - Piano costruttivo dell'audiorelé. Si noti il particolare fissaggio del relé R5 direttamente sul circuito stampato, con lo scopo di evitare l'uso di fili conduttori, i quali potrebbero interferire negativamente sul corretto funzionamento dell'apparato. Anche se in questo schema l'alimentazione è derivata dalla rete-luce, occorre ricordare che questa può sempre essere realizzata tramite pile normali.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 1 µF (non elettrolitico)
C2 = 50 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C3 = 50 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C4 = 1.000 µF - 50 Vl (elettrolitico)

Resistenze

R1 = 10 ohm - 5 W
R2 = 10.000 ohm - 1/4 W
R3 = 10.000 ohm - 1/4 W
R4 = 10.000 ohm - 1/4 W
R5 = 100.000 ohm (potenz. a variaz. lin.)
R6 = 4.700 ohm - 1/4 W
R7 = 220 ohm - 1 W

Varie

IC1 = µA741 (integrato)
SCR = BRX47
D1 = 1N4004
D2 = 1N4004
DZ1 = diodo zener (12 V - 1 W)
DZ2 = diodo zener (12 V - 1 W)
D3 - D4 - D5 - D6 = 4 x 1N4004
T1 = trasf. d'alimentaz. (220 V - 24 V - 5 W)
RL = relé (12 V - 300 ÷ 600 ohm)
LP = lampada-spia (24 V)
P1 = pulsante chiuso
S1 = interruttore

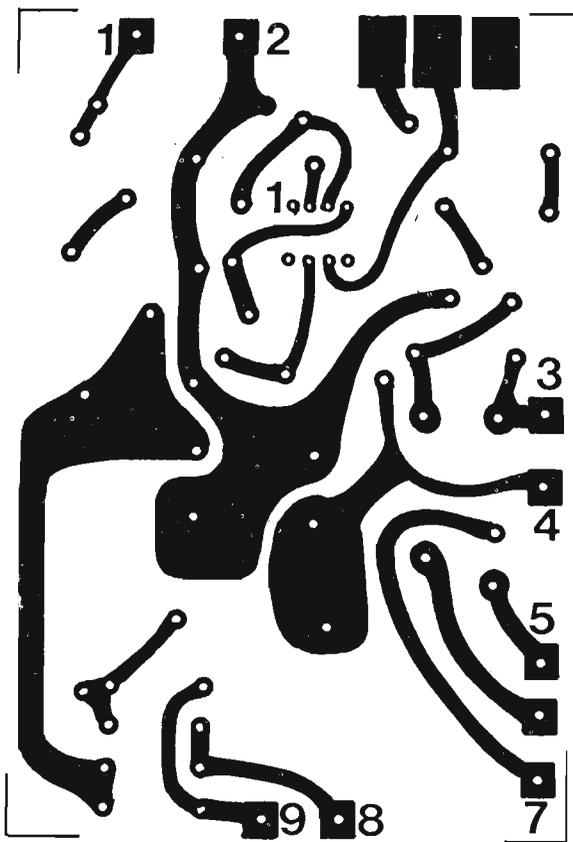



Fig. 3 - Disegno in grandezza naturale del circuito stampato che il lettore dovrà riprodurre prima di effettuare il montaggio del dispositivo elettronico.

stantemente tale stato facendo intervenire il relé RL collegato sul suo circuito anodico. Ricordiamo che la conduzione del diodo SCR permane anche quando cessa il segnale eccitatore, mentre l'unico sistema per ripristinare la condizione iniziale di partenza è quello di interrompere la corrente anodo-catodo nel diodo controllato attraverso il pulsante P1, che deve essere di tipo normalmente chiuso, oppure tramite l'interruttore S1, con il quale si elimina completamente l'alimentazione del dispositivo. Con questo secondo sistema, tuttavia, non è escluso che, all'atto della riaccensione del circuito, attraverso l'interruttore S1, un impulso spurio faccia reinnescare il diodo SCR, stabilendo così la necessità assoluta dell'inserimento nel circuito del pulsante P1, che qualcuno potrebbe erroneamente ritenere superfluo. Il diodo al silicio D1, collegato in parallelo alla bobina del relé RL, provvede ad attenuare le inevitabili extracorrenti di apertura e chiusura dell'avvolgimento del relé, le quali potrebbero danneggiare, anche irreparabilmente, il componente.

APPLICAZIONI DIVERSE

L'uso del relé si rende necessario per tutte quelle applicazioni in cui la segnalazione richiede una certa potenza elettrica, per esempio quando si utilizza la tensione di rete-luce a 220 Vca. Ma se si vuole realizzare una segnalazione di bassa potenza, allora il relé potrà essere sostituito, con un certo vantaggio economico, da una piccola lampadina a 12 Vcc.

ALIMENTAZIONE

Il circuito alimentatore dell'audiorelé, riportato a destra dello schema teorico di figura 1, è di tipo duale, ossia con tensione positiva e tensione negativa rispetto alla massa elettrica corrispondente al catodo « K » del diodo controllato SCR. Il trasformatore T1 riduce la tensione alternata di rete-luce dal valore di 220 Vca a quella di 24 Vca. Questa tensione alternata viene poi raddrizzata dal ponte di diodi al silicio D3 - D4 - D5 - D6 e successivamente livellata dai condensatori elettrolitici C2 - C3 - C4. I due diodi zener DZ1 - DZ2, da 12 V ciascuno, conferiscono una certa stabilizzazione alla tensione continua presente a valle dell'alimentatore.
La lampada LP, da 24 V, funge da spia e tiene costantemente informato l'operatore sullo stato di acceso-spento dell'apparato.

ALIMENTAZIONE A PILE

Il circuito dell'audiorelé, oltre che con la tensione alternata di rete-luce, può essere alimentato anche con le pile. Più precisamente con due gruppi di pile da 12 V ciascuno, così come indicato in figura 5, eliminando la resistenza R7 e i due diodi zener DZ1 e DZ2. Naturalmente optando per l'alimentazione a pile, si dovrà realizzare la variante allo schema originale proposta in figura 5.

MONTAGGIO

Per una agevole costruzione dell'audiorelé conviene servirsi del circuito stampato, il cui disegno, in scala reale, è riportato in figura 3.
Lo schema topografico d'assieme è presentato in figura 2. In esso si nota la composizione complessiva dell'audiorelé dentro un contenitore metallico, che funge da conduttore della linea di massa.
Ai lettori principianti raccomandiamo di inserire i tre condensatori elettrolitici C2 - C3 - C4 secondo le loro esatte polarità, peraltro ben evidenziate con il simbolo + nello schema pratico di figura 2.
Analoga raccomandazione va estesa ai diodi D1 - D2 - D3 - D4 - D5 - D6 al silicio e ai due diodi zener DZ1 - DZ2, che debbono essere applicati nei rispettivi fori del circuito stampato tenendo conto della posizione della fascetta orientatrice (anello presente sul corpo del componente).
Per quanto riguarda l'integrato IC1, si tenga presente che il terminale 1 si trova da quella parte del componente in cui è impresso un dischetto di richiamo.
Il diodo controllato SCR non consente errori di sorta all'atto della sua applicazione nel circuito stampato, perché di esso è riportato, in figura 4, lo schema teorico. Nel quale è ben visibile la distribuzione dei tre elettrodi di anodo - gate - catodo (A - G - K) lungo l'arco di una semicirconferenza.
Il potenziometro di sensibilità R5, che regola la soglia di scatto del diodo controllato SCR, ossia stabilisce a quale entità di suono in arrivo (segnale acustico) deve funzionare l'audiorelé, viene applicato direttamente sulla basetta del circuito stampato, in modo da evitare ogni tipo di collegamento a fili conduttori che potrebbero facilmente creare instabilità di funzionamento e dar origine ad inneschi spuri. Il valore di questo potenziometro deve aggirarsi fra i 100.000 ohm e i 200.000 ohm nel caso di collegamento dell'entrata dell'audiorelé con l'uscita di amplificatori di bassa frequenza, mentre dev'essere di 2 ÷ 5 megaohm con segnali più deboli provenienti da preamplificatori, microfoni, ecc.
La resistenza R1 deve avere il valore di 10 ohm - 5 W soltanto nel caso in cui il collegamento dell'audiorelé sia realizzato con l'uscita di un amplificatore o di un ricevitore radio nel quale sia stato escluso l'altoparlante. In tutti gli altri casi il valore di R1 dovrà essere superiore ai 100.000 ohm - 1/4 W.

Fig. 4 - Il diodo controllato SCR presenta, se visto da sopra, questa precisa distribuzione dei suoi elettrodi di catodo (K), gate (G) ed anodo (A). Lo smussamento di una parte di arco di circonferenza serve ad orientare l'operatore al momento dell'inserimento del componente sulla basetta del circuito stampato.

Fig. 5 - Variante elettrica da apportare al circuito originale di figura 1 in caso di alimentazione dell'audiorelé con gruppi di pile da 12 V. I condensatori elettrolitici C2 - C3 sono gli stessi del progetto di figura 1, mentre appare come nuovo elemento l'interruttore a 2 vie, che consente l'alimentazione duale a pile.

USCITA POSITIVA

Non tutti gli integrati operazionali rispondono allo stesso modo al comportamento loro richiesto. Può capitare infatti, con alcuni modelli, che l'uscita risulti positiva in condizioni di riposo. In tal caso occorrerà variare il valore ohmmico della resistenza R3 fra 0 ohm e 1 megaohm, sino a far divenire negativa la tensione di riposo.
Una seconda soluzione all'inconveniente potrebbe essere quella di scambiare fra loro i terminali 2 e 3 dell'integrato, facendolo funzionare come circuito lineare anziché come circuito a scatto.

Per restringere la banda passante a livello audio e negli stadi AF e MF

MOLTIPLICATORE DI Q

Gli elementi che principalmente caratterizzano un ricevitore radio di tipo amatoriale sono, senza alcuna ombra di dubbio, la sensibilità e la selettività.
La prima di queste consente al ricevitore di captare segnali provenienti da lontano o comunque deboli; la seconda permette di ricevere le emittenti radiofoniche una per volta, senza sovrapposizione di frequenze o di rumori che rendono poco intellegibile la parola. Tanto più è spinta questa seconda caratteristica, tanto maggior pregio acquisisce l'apparecchio radio del radioamatore, che è in grado di selezionare, fra molte stazioni trasmittenti vicine per valori di gamma d'onda, una sola, con la massima chiarezza e la maggior intellegibilità.
Ma per esaltare tale qualità negli apparati radioriceventi per radianti ed SWR, occorre diminuire la banda passante, non solo a livello di amplificazione audio, ma addirittura negli stadi di alta e media frequenza. E per diminuire la banda passante di un circuito accordato, occorre servirsi di un circuito moltiplicatore di Q come descritto in questo articolo.
A questo punto, tuttavia, molti lettori si chiederanno che cosa si intende per banda passante e per circuito moltiplicatore di Q. Ebbene, per chiarire questi importanti concetti, che appartengono ad un particolare settore dell'elettronica, quello della radioricezione, occorre rifarsi ai circuiti risonanti induttivi-capacitivi.

Vi proponiamo la realizzazione di un dispositivo da collegare al primo stadio di media frequenza del vostro ricevitore amatoriale o CB, con lo scopo di amplificare un segnale, qualora questo non sia particolarmente disturbato da emittenti vicine, ma soltanto coperto dal rumore di fondo, e di "oscurare" una stazione radiofonica vicina, particolarmente insidiosa, lasciando inalterato il segnale originario.

IL CIRCUITO RISONANTE

Il circuito risonante è un particolare circuito, spesso presente nelle apparecchiature radioelettriche, composto da una induttanza e da una capacità cioè, in pratica, da una bobina e da un condensatore. Questi due elementi possono essere collegati in serie o in parallelo. Il caso più tipico è quello del collegamento in parallelo.
Quando il circuito risonante viene sollecitato da una particolare frequenza, che può ad esempio giungere dallo spazio sottoforma di energia elettromagnetica (caso tipico del ricevitore radio) si suol dire che il circuito stesso entra in risonanza e sui suoi terminali si può misurare una tensione la cui frequenza è quella stessa del segnale che ha investito il circuito.
La frequenza che fa entrare in risonanza il circuito non è casuale, ma è strettamente legata al valore dell'induttanza e della capacità secondo la formula seguente:

$$f = \frac{10^6}{2 \pi \sqrt{LC}}$$

Per coloro che non avessero familiarità con le potenze matematiche, diciamo che 10^6 = = 1.000.000. Nella formula la frequenza f è espressa in KHz, l'induttanza L è espressa in µH mentre la capacità C è espressa in pF.
Per poter regolare a piacere il valore della frequenza di risonanza di un circuito LC, cioè per mettere questo circuito nelle condizioni di far scorrere correnti elettriche di valore diverso di frequenza, così come accade negli apparecchi radio quando C si vuol sintonizzare con una determinata emittente, occorre rendere variabile almeno uno dei due elementi del circuito risonante: la capacità o l'induttanza.
Normalmente si provvede a far variare la capacità servendosi di un condensatore variabile; questo è il sistema più comunemente adottato nei ricevitori radio. Quando invece la regolazione del circuito risonante serve soltanto per un lavoro di taratura, è assai più conveniente rendere variabile l'induttanza L; a tale scopo ci si serve di una bobina munita di nucleo di ferrite, che può essere inserito più o meno nel supporto dell'avvolgimento, in modo da ottenere la variazione di induttanza desiderata.

IL FATTORE DI MERITO Q

Sotto il profilo teorico, il circuito risonante deve considerarsi perfetto, cioè in grado di rivelare una ed una sola frequenza, con ampiezza quasi infinita. Ma in realtà le cose non vanno così. Perché a causa delle perdite del condensatore e della resistenza dell'induttanza e, soprattutto, per effetto del carico, collegato al circuito LC, costituito da strumenti di misura o stadi ampli-

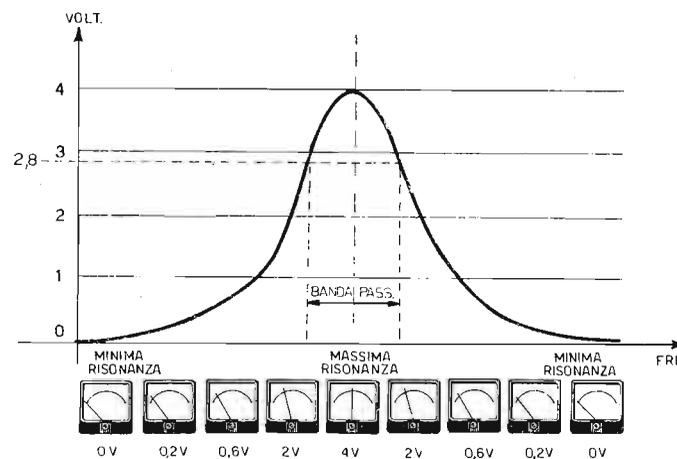



Fig. 1 - La curva di risonanza di un circuito LC, di tipo reale e non teorico, permette di assimilare perfettamente il concetto di banda passante. La tensione misurata sui terminali del circuito risonante aumenta man mano che ci si avvicina all'esatta frequenza di risonanza, raggiungendo il valore massimo proprio su questa frequenza.

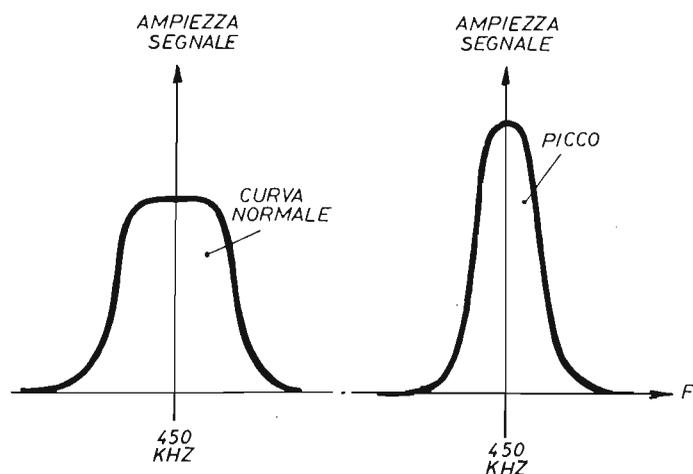



Fig. 2 - A sinistra è riportata la curva di risposta di una normale media frequenza di un ricevitore radio. A destra è riprodotta la curva di risposta della stessa media frequenza alla quale è stato accoppiato il circuito moltiplicatore di Q. La curva risulta più ristretta e innalzata a picco.

ficatori, le condizioni ideali di funzionamento non vengono più rispettate. Conseguentemente si verifica una diminuzione della caratteristica di risonanza del circuito stesso o, come si suol dire nel linguaggio tecnico, del fattore di merito del circuito. Questo fattore viene universalmente indicato come "fattore di merito" o "fattore Q".

Tanto più elevato è il fattore di merito Q di un circuito risonante, tanto più sensibile e selettivo esso risulta. In pratica, per esempio nei ricevitori radio, nei quali è necessaria una certa banda passante, per poter rivelare tutto lo spettro audio che interessa, occorre peggiorare di proposito il fattore di merito Q, allo scopo di

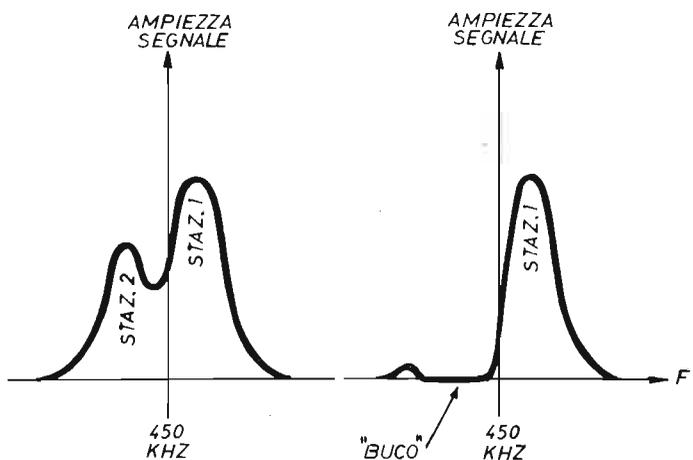



Fig. 3 - Quando il circuito moltiplicatore di Q è commutato nella posizione BUCO, l'emittente indesiderata (STAZ. 2) viene "oscurata" e la curva di risposta, a sinistra, si trasforma in quella riprodotta a destra.

non ottenere una riproduzione sonora troppo cupa e distorta.

In termini matematici il fattore di merito Q è un numero che esprime il rapporto tra il valore di reattanza induttiva o capacitiva di un circuito e il valore di resistenza, ossia:

$$Q = \frac{X}{R}$$

E' pure dimostrabile che il fattore di merito Q è strettamente legato, in un circuito accordato LC, alla banda passante di questo, secondo la relazione:

$$B = \frac{f}{Q}$$

in cui B misura la banda passante a — 3 dB dal valore massimo ed f rappresenta la frequenza di risonanza del circuito induttivo-capacitivo LC.

Ecco dunque apparire evidente come un circuito moltiplicatore di Q risulti in effetti un circuito riduttore della banda passante di un circuito accordato.

LA BANDA PASSANTE

Prima di iniziare l'esame del circuito moltiplicatore di Q, rimane da chiarire un ultimo concetto, quello della banda passante.

Per meglio comprendere il concetto di banda passante, occorre far riferimento al grafico riportato in figura 1, nel quale è indicata la curva di risonanza di un circuito LC di tipo reale e non teorico.

Come si può notare, la tensione rilevabile sui terminali del circuito risonante aumenta man mano che ci si avvicina all'esatta frequenza di risonanza, raggiungendo il valore massimo proprio su questa frequenza.

Quando ci si sposta di poco, attorno al massimo valore di frequenza, è possibile ottenere ancora una tensione rivelata più che soddisfacente, così che si può ritenere che tutta una banda di frequenze, oltre a quella centrale, può essere rivelata dal circuito.

Si definisce quindi come banda passante quella banda di frequenze per cui la tensione rivelata è maggiore o uguale alla tensione massima divisa per 1,41. Nel nostro caso si ha 4 V : 1,41 = = 2,8 V circa.

CIRCUITO DEL MOLTIPLICATORE DI Q

E veniamo ora alla descrizione del circuito del moltiplicatore di Q riportato in figura 4, il quale, in pratica, altro non è che un oscillatore di Colpitts, nel quale è possibile regolare la tensione di alimentazione in modo da tarare il circuito al limite dell'oscillazione senza che questa venga innescata. E in tali condizioni il circuito oscillante, composto dalla bobina L1, dal compensatore a mica C1 e dal condensatore variabile ad aria C2, presenta un fattore di merito Q elevatissimo, perché le perdite resistive vengono compensate, quasi interamente, dalla reazione positiva esercitata dall'elemento attivo, ossia dal transistor TR1 che è di tipo ad effetto di campo.

L'uso di un transistor FET, quale elemento amplificatore, migliora ulteriormente il fattore di merito Q grazie all'alta impedenza di ingresso e alla stabilità delle caratteristiche.

UN CIRCUITO ACCORDATO AGGIUNTIVO

In pratica il circuito di figura 4 si comporta come un circuito accordato aggiuntivo a quelli di media frequenza già esistenti nel ricevitore radio cui il moltiplicatore di Q viene accoppiato, migliorando la selettività del ricevitore stesso.

Come si può facilmente notare, nel circuito di figura 4 è stata prevista una doppia uscita, tramite il commutatore S1a - S1b, che fa capo ai due distinti potenziometri R3 - R4, entrambi di tipo a variazione lineare, i quali consentono di effettuare due distinte regolazioni. Le due posizioni del commutatore S1 consentono, in pratica, di regolare, in maniera diversa, la curva caratteristica di selettività di un ricevitore radio.

In figura 2 sono riportate due curve. Quella a sinistra è la normale curva di risposta di una media frequenza di un ricevitore radio; quella a destra è la curva di risposta della stessa media frequenza alla quale è stato accoppiato il circuito moltiplicatore di Q descritto in queste pagine. E il risultato è evidentissimo: la curva originale si è innalzata e notevolmente ristretta, assumendo una posizione di picco. Ciò corrisponde in realtà ad una maggiore sensibilità del ricevitore radio e ad una più ristretta banda passante.

Abbiamo ora esaminato la posizione PICCO del commutatore multiplo S1, passiamo quindi all'esame della seconda posizione dello stesso commutatore, quella indicata nello schema teorico di figura 4 con la dicitura BUCO.

L'altra posizione del commutatore S1 deve esse-

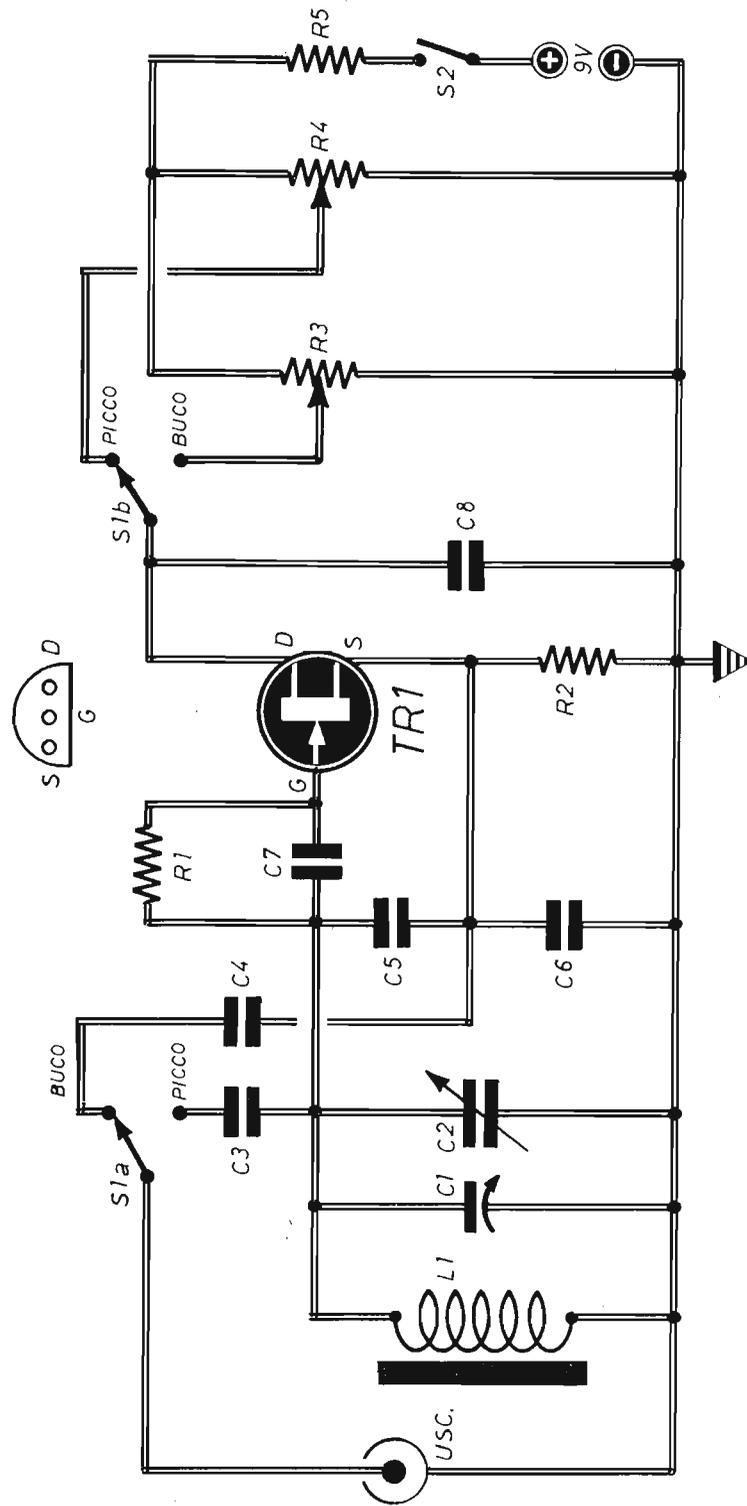



Fig. 4 - Schema teorico del circuito del moltiplicatore di Q. Il transistor TR1 è di tipo FET e l'individuazione dei suoi terminali si ottiene osservando il piccolo disegno riportato sopra il simbolo dello stesso componente.

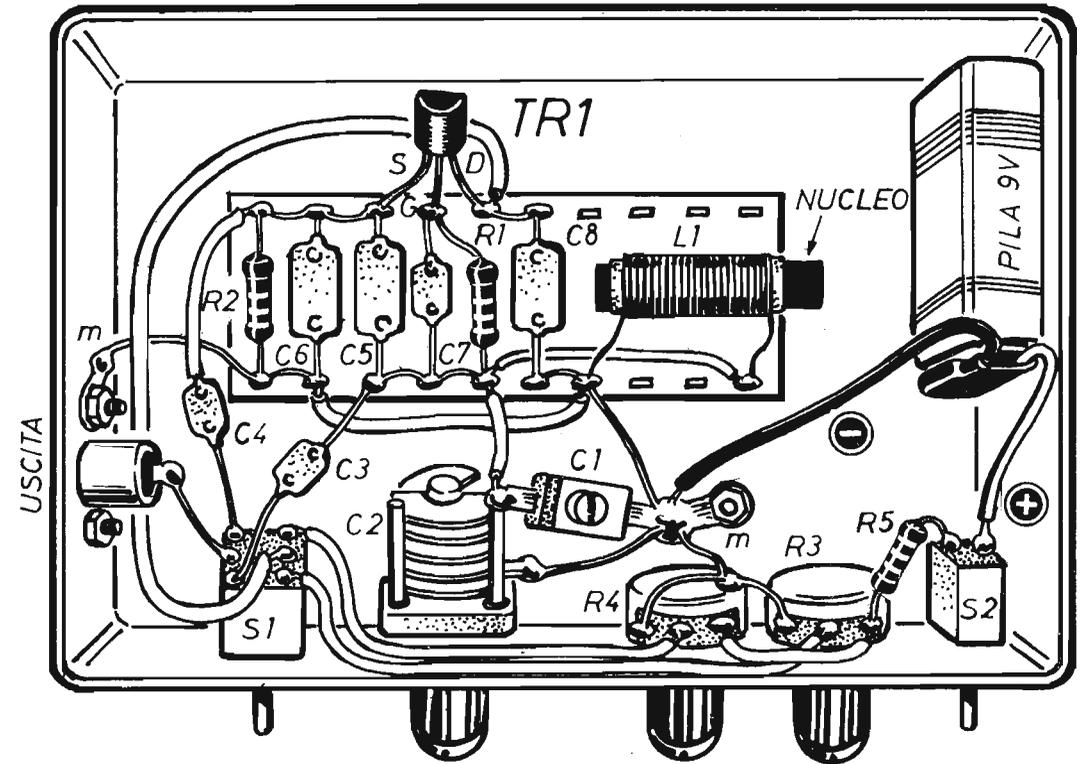



Fig. 5 - Piano costruttivo del dispositivo descritto nel testo realizzato su un contenitore di lamiera stagnata. Il compensatore C1 viene regolato una volta per tutte in sede di taratura del circuito.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 100 pF (compens. a mica)
C2 = 50 pF (variabile ad aria)
C3 = 33 pF
C4 = 220 pF
C5 = 1.000 pF
C6 = 1.000 pF
C7 = 220 pF
C8 = 1.000 pF

Resistenze

R1 = 47.000 ohm
R2 = 10.000 ohm
R3 = 10.000 ohm (potenz. a variaz. lin.)
R4 = 10.000 ohm (potenz. a variaz. lin.)
R5 = 4.700 ohm

Varie

TR1 = 2N3819
S1a - S1b = comm. multiplo (2 vie - 2 posiz.)
S2 = interrutt.
L1 = bobina
PILA = 9 V

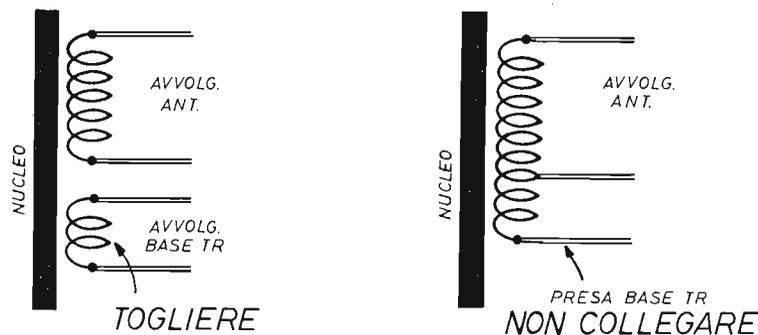



Fig. 6 - Con questi due disegni illustriamo il modo con cui debbono essere utilizzate le normali bobine reperibili in commercio (bobine d'aereo per ricevitori transistorizzati). Il nucleo ferromagnetico deve essere tagliato nella stessa misura della lunghezza dell'avvolgimento.

re utilizzata quando l'emittente radiofonica che si vuol ricevere è disturbata da una emittente vicina, che riesce ad entrare nel ricevitore a causa dell'eccessiva banda passante. Questo effetto soppressore, introdotto nel ricevitore radio dal circuito moltiplicatore di Q, quando il selettore S1 è posizionato in BUCO, risulta chiaramente diagrammato in figura 3.

PIANO COSTRUTTIVO

Riportiamo in figura 5 il piano costruttivo del circuito moltiplicatore di Q. Il quale è realizzato dentro un contenitore metallico, con funzioni di schermo elettromagnetico e conduttore della linea di alimentazione negativa.

Per una precisa riuscita del montaggio, raccomandiamo di servirsi di componenti di ottima qualità, in particolar modo di condensatori di precisione, possibilmente a mica.

Per quanto riguarda la bobina L1, occorre utilizzare la bobina d'aereo di un ricevitore radio a transistor. E in figura 6 illustriamo il modo con cui debbono essere utilizzate le bobine normalmente disponibili in commercio. Occorre inoltre ricordare che il nucleo ferromagnetico della bobina L1 dovrà essere tagliato, approssimativamente, nella stessa lunghezza dell'avvolgimento.

In ogni caso ogni bobina con induttanza di valore compreso tra i 190 μH e i 330 μH potrà andar bene per la realizzazione del moltiplicatore di Q.

Abbiamo già detto che il contenitore deve essere di tipo metallico, ma è consigliabile un contenitore di lamiera stagnata anziché uno di alluminio.

Fig. 7 - Interpretazione schematica del modo di collegare il moltiplicatore di Q all'avvolgimento primario del primo trasformatore di media frequenza di un ricevitore radio. Il cavetto schermato deve essere corto il più possibile.

COLLEGAMENTO COL RICEVITORE

Il collegamento fra il moltiplicatore di Q e l'apparecchio radio si effettua nel modo indicato in figura 7. Per realizzarlo occorre utilizzare del cavetto schermato molto corto, al massimo 30 ÷ 40 cm., possibilmente di tipo adatto per impieghi in alta frequenza.

Più precisamente, il collegamento avviene sull'avvolgimento primario del primo trasformatore di media frequenza del ricevitore radio. E poiché questa operazione introduce inevitabilmente delle capacità parassite, sarà necessario provvedere ad una ritaratura della media frequenza interessata, di solito sul valore di 450 ÷ 470 KHz.

TARATURA ED IMPIEGO

La taratura dell'intero sistema radioricevente si ottiene nel seguente modo. Ci si sintonizza dapprima su di una emittente qualsiasi e si tara la prima media frequenza in modo da raggiungere un segnale di massima intensità. Poi si accende il moltiplicatore di Q tramite l'interruttore S2 e in posizione PICCO, con il potenziometro relativo R4 tutto inserito e corrispondente alla massima tensione di alimentazione.

In tali condizioni il circuito del moltiplicatore di Q si comporta come un oscillatore. Quindi, posizionando il condensatore variabile ad aria C2 a circa metà corsa, si regola lentamente il compensatore a mica C1 sino ad ottenere un battimento prossimo al battimento zero con la stazione ricevuta. A questo punto il compensatore C1 non dovrà più essere toccato, mentre le regolazioni d'uso dovranno riguardare soltanto i potenziometri R3 - R4 ed il condensatore variabile C2.

In pratica il condensatore variabile C2 svolge la funzione di spostare leggermente la frequenza del circuito per raggiungere, in posizione di BUCO, la soppressione migliore dell'emittente che si vuol ricevere.

Consigliamo, durante l'uso operativo del moltiplicatore, di iniziare con i potenziometri R3 - R4 a zero e di regolarli poi lentamente sino ad ottenere il massimo dell'amplificazione o della attenuazione, avendo cura di non eccedere, per non far entrare il circuito in oscillazione e vanificare così l'effetto provvidenziale del moltiplicatore di Q.

Vendite - Acquisti - Permute

OFFRO schemi di circuiti stampati e di circuiti elettrici (luci stroboscopiche, orologio digitale, cellule fotoelettriche, carica batterie, generatore di barre, luce di emergenza, contagiri elettronico ecc.). Con relativi elenchi di componenti a L. 1.000 cadauno.
SACCONE MARCO - Via Alessandro VII, 70 - 00167 ROMA

ESEGUO, a buon prezzo dietro ordinazione, costruzioni riguardanti luci psichedeliche (2.000 W) canali alti e bassi.
SERAO VITTORIO - Via Michele Zannotti, 5 - NAPOLI - Tel. 204.007

VENDO stazione cb 53 canali corredata di "Rosmetro", March-box, antenna "Ground-Plaine", antenna auto, alimentatore". Tutto a L. 250.000 non trattabili.
PROIA EGIDIO - Via Muraglione, 4 - 03035 FONTANA LIRI (Frosinone)

CERCO schema mixer preamplificato con segnale di ingresso 50 mV a quattro o sei canali. Cambio con altri schemi se possibile o pago fino a L. 3.000.
FORMAGGIO RUGGERO - Via Ceresolo, 31 - 45020 CONCADIRAME (Rovigo)

CERCO urgentemente schema elettrico, elenco componenti, disegno circuito stampato (i), schemi di montaggio e nati per la taratura di un semplice oscilloscopio che utilizzi un cinescopio A W 1586 (6"), economico.
COPPOLA LUIGI - Via Campi, 12 - 73100 LECCE - Tel. (0832) 661.405

CERCO fascicoli di Elettronica Pratica: gennaio - febbraio - marzo - aprile 1981. Cerco anche radio calcolatrici in cattivo stato L. 2.500 al pezzo.
ROSSI FRANCESCO - Via Maggiore, 81 - 48100 RAVENNA - Tel. (0544) 270.24

TREDICENNE amante elettronica acquista calcolatori elettronici guasti a L. 1.000 l'uno. Eventualmente anche gratis.
GOTTARDI ALESSANDRO - Via San Donato, 32 - 36061 BASSANO DEL GRAPPA (VI)

CERCASI valvole da televisori, offro L. 2.500 per ciascuna di quelle sottoelencate: 6G6, 6J7, 6AG7, 6CL6. (ringrazio chiunque mi darà utili indicazioni).
FERIOLI ALESSANDRO - Via S. Carlo, 26 - 21053 CASTELLANZA (VA) - Tel. (0331) 503.264

Di questa Rubrica potranno avvalersi tutti quei lettori che sentiranno la necessità di offrire in vendita, ad altri lettori, componenti o apparati elettronici, oppure coloro che vorranno rendere pubblica una richiesta di acquisto od un'offerta di permuta.
Elettronica Pratica non assume alcuna responsabilità su eventuali contestazioni che potessero insorgere fra i signori lettori e sulla natura o veridicità del testo pubblicato. In ogni caso non verranno accettati e, ovviamente, pubblicati, annunci di carattere pubblicitario.
Coloro che vorranno servirsi di questa Rubrica, dovranno contenere il testo nei limiti di 40 parole, scrivendo molto chiaramente (possibilmente in stampatello).

IL SERVIZIO E' COMPLETAMENTE GRATUITO

COMPRO RTX 10÷160 m trasmissione FM/AM/SSB potenza 80÷150 W + rtx 130÷170 MHz trasm. FM/AM/SSB. Vendo Fiat 128 GL special 28.000 Km completa di antifurto elettronico, autoradio mangianastri stereo 6 trombe poggiatesta sedili ribaltabili assicurazione e bollo già pagati vera occasione
FRUTTI GIUSEPPE - Via A. Benti, 19 - TRESCORE B. (BG) - Tel. (035) 941.543

VENDO tutto per L. 200.000: 60 integrati + 3 quarzi + 27 diodi + 21 condensatori al tantalio + 300 condensatori misti + 68 transistor + 3000 resistenze varie + potenziometri + trasformatori e molto altro materiale. (la maggior parte nuovo, altro in buono stato) allego elenco.
DE FRANCESCO ANDREA - Via Lucania, 29 - 00187 ROMA

CEDO dodici riviste anni 1928-29 grande importanza storica e apparecchiature funzionanti e non, materiale elettronico nuovo cospicuo valore in cambio film e apparecchi passo ridotto 8s/8 sonori e muti.
OCCHI VINICIO - Via Trento, 3 - 21036 GEMONIO (Varese)

VENDO coppie di casse acustiche HI FI 75 + 75 W banda di frequenza 40 ÷ 20.000 Hz. Nuove di fabbrica originali "ITT" garantite, sono a 3 vie. A sole L. 170.000 la coppia prezzo di listino L. 320.000 la coppia.
CASALI ANDREA - Via Roma, 23 - MEZZANINO (PV) - Tel. (0385) 71.158 (dopo le 20,00)

PRINCIPIANTE nel campo dell'elettronica cerca mangianastri per macchina, radio, registratori (fuori uso) pagando spese postali.
TEODORI PIETRO - Via Gavinana, 1 - 00192 ROMA

CERCO fotocopie della rubrica "Primi Passi" dal numero di settembre '80 fino a maggio compreso (leggibili). Vendo a L. 40.000 una automobilina radio comandata giocattolo (raggio d'azione limitato) ad un canale.
TETTAMANZI MAURO - Via Pirovano, 18 - 20055 RENATE (Milano) - Tel. (0362) 924.688

VENDO riviste di "Elettronica Pratica" in ottimo stato al prezzo di copertina dei seguenti mesi: agosto - settembre - ottobre - novembre 1980; marzo - aprile - maggio 1981. Spedizioni postali a carico del destinatario.
FASANO MARTINO - Vico II° Carmine, 42 - 74015 MARTINA FRANCA (Taranto)

URGENTE! cerco schema elettrico o disegno del circuito stampato e l'elenco componenti di un microtrasmettitore FM 88÷108 MHz 5 o 10 W, di facile realizzazione, più istruzioni per il montaggio. Sono disposto a pagare L. 3.000.
PADIGLIONI VITTORIO - Via Costantiniana, 66 - ROMA

VENDO a L. 2.000 i seguenti schemi: sintetizzatore elettronico, preampli RIAA, v.u. meter logaritmico a led, pistola laser, amplificatore mono 20 W, Tx FM 88 ÷ 108 MHz 8 W, Tx cb 0,5 W, Rx cb 6 can. + VFO, filtro per cb, alimentatore stab. 4,5 ÷ 25 V 5 A, dado elettronico, preampli NAB, preampli microfono con ALC, generatore di segnali 10 Hz, capicmetro a ponte
VISMARA STEFANO - Via G. Mazzini, 6 - 20038 SEREGNO (Milano)

VENDO per cambio hobby il seguente materiale: Psico tv L. 13.000 - Strobo lux L. 11.000 capacimetro professionale L. 30.000 libri: "Principi e applicazioni dei circuiti integrati lineari" L. 12.000 "L'Apparecchio radio ricevente trasmittente" 440 pagine a L. 3.000 ed altri dietro informazioni.
COTOGNI STEFANO - Via D. L. Milani, 3 - 37060 CASTEL D'AZZANO (Verona)

PERMUTO con mini radio HI-FI con cuffia, un microtester Ice perfettamente funzionante con 3 fusibili di scorta, un Walky-Talky (bande 26960 - 27280 MHz), un calcolatore Casio a cristalli liquidi. Tratto preferibilmente con Milano città.
LANZANI MARCO - Via Bergognone, 31 - MILANO - Tel. 832.5970 (ore pasti)

OFFRO color video-game mai usato, 6 funzioni: calcio, tennis, pelota (1) pelota (2), tiro al bersaglio (1), tiro al bersaglio (2), + pistola a fotoresistenza. Tutto completamente funzionante, in cambio di CB 10 W e minimo 40 h compreso apposito alimentatore.
GUGLIELMOTTI GIANCARLO - Via De Riso, 65 - 88100 CATANZARO - Tel. (0961) 44.561

VENDO oscilloscopio nuovissimo della scuola Radio Elettra a L. 150.000 + radio professional euroform FM-AM-MB SW¹-SW² a L. '0.000 + organo Giaccalia in legno 37 note + 12 bassi a L. 80.000 + radio FM-OM batteria e corrente a L. 10.000.
LOMBARDI MICHELE - Via Marco Aurelio, 39 - MILANO

COMPRO provavalvole S.R.E. funzionante a prezzo modico con relative istruzioni o scambio con 3 trasformatori + 3 altoparlanti + 1 schema prova transistor e diodi + 1 antenna per autoradio da attaccare sulla grondaia. Vendo 1 elettro calamita da 220 Vca più di 20 progetti.
CAMPANOZZI ROCCO - Via Manzoni, 5 - COLOGNO MONZESE (Milano) - Tel. 254.48.90

CERCO fascicoli di Elettronica Pratica, dell'anno 1979 (serie completa). Cerco anche i primi 4 fascicoli di Elettronica Pratica dell'anno 1981. Inoltre cerco schema con circuito stampato ed elenco componenti di luci stroboscopiche e psichedeliche.
ROSSI FRANCESCO - Via Maggiore, 81 - 48100 RAVENNA - Tel. (0544) 46.52.28 (dalle 12,30 alle 14)

CERCO il « Manuale del principiante elettronico » e il « Prontuario dell'elettronico dilettante ». Offro in cambio microtrasmettitore autocostruito con corrispondente schema circuito stampato ed elenco componenti.
GENNARELLI LUIGI - Via G. Amendola, 30 - 80021 AFRAGOLA (Napoli) - Tel. (081) 869.39.08 (ore pasti)

VENDO RTX 40 ch AM 5W con cavo RG 58 e antenna per barra mobile a L. 120.000.
FASCIANI VITTORIO - Via Pescina, 38 - 67051 AVEZZANO (AQ) - Tel. (0863) 20.691

PERMUTO registratore valvole Lesa, provacircuiti a sostituzione, provatransistor, altoparlanti, condensatori, resistenze, diodi, per notevole valore con cinepresa S8 film muti sonori S8.
OCCHI VINICIO - Via Trento, 3 GEMONIO (Varese)

CERCO schema sintonizzatore AM-FM a transistor o circuiti integrati. Pago massimo L. 1.000-1.500.
MAIOLINO ROBERTO - Via L. F. Menabrea, 7 - 50136 FIRENZE

VENDO in buono stato annate complete 78, 79, 80 di Elettronica Pratica a L. 10.000 cadauna. Vendo inoltre a metà prezzo di copertina Radio Elettronica 10/79; 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12/80 e 1,2/81 o in blocco a lire 7.000. Pagamento a mezzo vaglia postale o assegno.
POZZI CARLO - Via Nevers, 4 - 46100 MANTOVA

TREDICENNE vende trasformatore da trenino elettrico Lima corrente continua DC O 12 volts 4,5VA max corrente alternata AC 220 volts 50/60 Hz a lire 3.000.
CANGI SERGIO - Via Vittorio Armijon, 5 - ROMA Tel. 358.71.18

CERCO qualsiasi tipo di materiale elettrico (anche radio, registratori, ecc. non funzionanti o irreparabili). In campio offro poster di Stephen Stills + poster gigante di Claudio Baglioni oppure 1 Intrepido + Topolino (numeri recenti).
SANTORSOLA PINO - Via Gemelli, 6 - 75012 BERNALDA (Matera)

CAMBIO radio stereo cassette usato poche volte + stereo 8 in ottime condizioni tutti e due per auto per un ricetrasmettitore cb funzionante, con antenna se è possibile, e che sia per grandi distanze.
ZAPPATORE JURI ANDREA - Via Unità d'Italia, 8 - 73020 SCORRANO (LE) - Tel. (0836) 45.158

DISC-JOCKEY effettua registrazione di nastri stereo 7 e programmi registrati per radio libere e privati.
CARDENIA FRANCO - Via Sopra la Croce, 4 - VICO EQUENSE (Napoli) - Tel. (081) 879.9188 (il martedì e sabato 16,00 - 18,00)

CERCO fascicoli di Elettronica Pratica: gennaio-febbraio 1981. Se in buono stato pago prezzo di copertina. Inoltre vendo schemi di alimentatori, ricetrasmettitori, preamplificatori, amplificatori, laser, modulatore tivu, ricevitori, trasmettitori, ecc. Prezzo da concordarsi. Tratto solo con Napoli e provincia.
PIZZONIA LUCA - Via Camillo de Nardis, 49 - 80127 NAPOLI - Tel. 642.772

CERCASI urgentemente schema con elenco componenti e (possibilmente) disegno circuito stampato di sintetizzatore vocale per riproduzione della voce umana. Inviare insieme al prezzo dello schema il numero componenti utilizzati. Pago bene.
FOLZARI MAURO - Via Faiti, 68/A - 34170 GORIZIA

VENDO causa cambio stazione ricetrasmettitore cb « Pace 8030 » 40 canali 5 W dotato di riduttore di potenza + antenna Lem per auto + un telescopio astronomico 40x40 per L. 150.000.
COLADARCI FRANCO - Via Morrovalle, 164 Lotto 51 M - 00156 ROMA - Tel. (06) 412.03.50 (ore cena)

PER I VOSTRI INSERTI

I signori lettori che intendono avvalersi della Rubrica « Vendite - Acquisti - Permute » sono invitati ad utilizzare il presente tagliando.

TESTO (scrivere a macchina o in stampatello)

____

____

____

____

____

____

Inserite il tagliando in una busta e spedite a:

ELETTRONICA PRATICA

- Rubrica « Vendite - Acquisti - Permute »
Via Zuretti, 52 - MILANO.

LA POSTA DEL LETTORE

Tutti possono scriverci, abbonati o no, rivolgendoci quesiti tecnici inerenti a vari argomenti presentati sulla rivista. Risponderemo nei limiti del possibile su questa rubrica, senza accordare preferenza a chicchessia, ma scegliendo, di volta in volta, quelle domande che ci saranno sembrate più interessanti. La regola ci vieta di rispondere privatamente o di inviare progetti esclusivamente concepiti ad uso di un solo lettore.

TEMPORIZZATORE CON LED

Ho realizzato, con successo, il temporizzatore con led il cui progetto è stato presentato sul fascicolo di luglio di quest'anno. Ora vorrei sviluppare il circuito secondo la variante da voi proposta nel corso dello stesso articolo, con lo scopo di pilotare un relé ad un solo scambio. Tuttavia, per risparmiare denaro, anziché acquistare il modello da voi suggerito, con alimentazione a 6 V, potrei, dopo aver ovviamente apportato le necessarie variazioni ad alcuni valori di componenti, montare un relé a 12 V già in mio possesso e perfettamente funzionante. Le varianti, di cui ho fatto cenno, sono necessarie in quanto ho potuto constatare che con la tensione continua di 6 V il relé non si eccita. In verità, sarei stato tentato ad aumentare la tensione di alimentazione del circuito, ma poi ho avuto paura di rovinare l'integrato ed altri componenti. Per questo motivo mi sono deciso a chiedere i vostri consigli in merito.

PIROLA MARCO
Voghera

Ha fatto bene ad usare prudenza prima di aumentare la tensione di alimentazione del circuito pilota del relé. Perché con tale comportamento ha evitato la distruzione dell'integrato SN74121, il quale appartiene alla categoria dei TTL, il cui valore nominale della tensione di alimentazione è di 5 V, mentre quello di 6 V costituisce il limite massimo tollerabile per il funzionamento dell'integrato stesso. E ciò si spiega pure attraverso l'inserimento del diodo al silicio D1 di caduta, collegato in serie con la linea di alimentazione positiva. Ad ogni modo, per completare il suo programma, ossia per alimentare il circuito con la tensione di 12 Vcc e consentire l'eccitazione del relé in suo possesso, le consigliamo di sostituire il diodo di caduta D1 con una comune resistenza da 220 ohm - 0,5 W e di collegare tra i piedini 14 e 7 di IC1, un diodo zener da 5,1 V - 1 W. Tenga presente che il montaggio di questo diodo deve essere fatto con il catodo rivolto verso il piedino 14 e, chiaramente, con l'anodo rivolto sul piedino 7, in modo da stabilizzare sul valore di 5,1 V la tensione di alimentazione del monostabile. Inoltre, farà bene ad inserire, in parallelo con il diodo zener, un condensatore elettrolitico da 5 ÷ 10 µF - 12 Vl, correttamente polarizzato. Nessun'altra modifica è necessaria.

PREAMPLIFICATORE PER CINEPROIETTORI

Ho acquistato, ad un prezzo d'occasione, un proiettore per pellicole a 16 mm. in grado di leggere la colonna sonora. In questo strumento ho constatato l'interruzione del circuito audio che fa capo ad un fotodiodo di tipo OAP12. Per questo motivo vi chiedo il progetto di un preamplificatore adatto a questo impiego, da collegare ad un amplificatore che dispone di una tensione di alimentazione di 20 Vcc.

SOLAROLI DARIO
Bologna

Il circuito che le proponiamo di realizzare sfrutta il fotodiodo già inserito nel suo proiettore. Esso amplifica, tramite tre comunissimi transistor al silicio, il segnale audio sino ad un livello di 0,8 V circa, compatibile con la maggior parte delle unità amplificatrici di potenza. L'alimentazione è prelevabile direttamente dall'amplificatore finale e rimane stabilizzata a 15 V da un diodo zener.

COMPONENTI

Condensatori

C1	=	10.000 pF
C2	=	500 µF - 25 Vl (elettrolitico)
C3	=	4,7 µF - 12 Vl (elettrolitico)
C4	=	4,7 µF - 12 Vl (elettrolitico)
C5	=	10 µF - 25 Vl (elettrolitico)
C6	=	500 µF - 25 Vl (elettrolitico)

Resistenze

R1	=	8.200 ohm
R2	=	68.000 ohm
R3	=	1,5 megaohm
R4	=	100 ohm
R5	=	1.200 ohm
R6	=	1.800 ohm
R7	=	1 megaohm
R8	=	150.000 ohm
R9	=	3.300 ohm
R10	=	470 ohm
R11	=	330 ohm

Varie

TR1	=	BC109
TR2	=	BC109
TR3	=	BC109
DZ	=	zener (15 V - 1 W)
S1	=	interrutt.

MIXER BF

Ho intenzione di costruire un semplicissimo miscelatore audio da accoppiare ad alcuni strumenti musicali di una piccola orchestra di dilettanti da me diretta. Faccio presente che gli strumenti sono già preamplificati e dotati di controlli di volume e tono. Quindi mi servirebbe un dispositivo in grado di miscelare i segnali ed inviarli ad un unico amplificatore di potenza. Potreste indicarmi un progetto di questo tipo, già pubblicato in uno dei fascicoli arretrati di Elettronica Pratica?

MAURI DANIELE
Milano

Senza farle perdere tempo nella consultazione dei fascicoli arretrati, le presentiamo in questa stessa sede il progetto che la riguarda che è abbastanza semplice perché fa uso di un circuito integrato che, con le sue funzioni di amplificatore operazionale, è in grado di garantire un'uscita perfettamente pari alla somma, ovvero alla miscelazione, dei segnali d'ingresso.

COMPONENTI

Condensatori
C1 = 10 µF - 16 VI (elettrolitico)
C2 = 10 µF - 16 VI (elettrolitico)

Resistenze
R1 = 10.000 ohm
R2 = 10.000 ohm
R3 = 10.000 ohm
R4 = 10.000 ohm
R5 = 10.000 ohm
R6 = 10.000 ohm

Varie
IC1 = µA741
S1a - S1b = doppio interruttore
ALIM. = 13,5 V + 13,5 V

MONITOR PER BATTERIA

Riterrei cosa utile per molti lettori la presentazione di un progettino che possa tener informato, tramite un indicatore luminoso, applicato al cruscotto dell'autovettura, ogni automobilista sulla progressiva scarica della batteria.

PEROSI ALESSANDRO
Roma

Lo schema circuitale che presentiamo risulterà di sicuro interesse per molti. Si tratta, in pratica, di un segnalatore a diodo led della condizione di... salute della batteria. La soglia d'allarme è fissata dal diodo zener DZ1 su 10,6 ÷ 10,8 V circa. Al di sotto di tali valori, il transistor TR1 rimane bloccato, mentre TR2 conduce e provoca l'accensione del led DL1. Per una maggiore intensità luminosa del led, potrà ridurre il valore di R4 sino a 680 ohm circa. Tenga presente, tuttavia, che la tensione reale della batteria è valutabile esattamente sotto carico, mentre durante lo stazionamento dell'autovettura assume un valore molto relativo.

COMPONENTI

R1	=	4.700 ohm
R2	=	1.000 ohm
R3	=	5.600 ohm
R4	=	1.000 ohm
D1	=	1N4004 (diodo al silicio)
DL1	=	diodo led (qualunque tipo)
DZ1	=	diodo zener (10 V - 1 W)
TR1	=	BC107
TR2	=	BC107

ALIMENTATORE PROTETTO

Mi sono costruito un alimentatore stabilizzato, che controlla la tensione d'uscita di 5 V con una corrente da 0,5 A. A questo dispositivo vorrei ora aggiungere un sistema di protezione elettronica contro le sovratensioni d'uscita, onde evitare eventuali danni ai circuiti da esso alimentati. Come debbo comportarmi, senza rifare il circuito già composto?

SOGLIA GUGLIELMO
Alessandria

La protezione dalla sovratensione, ossia la cosiddetta O.V.P. (Over - Voltage - Protection), molto in uso negli alimentatori professionali, consiste di solito in un SCR, collegato direttamente in parallelo all'uscita con il gate connesso ad un partitore, in modo da entrare in conduzione non appena l'uscita supera un certo valore di soglia. Ciò peraltro presuppone che l'alimentatore sia efficacemente protetto contro i cortocircuiti. In caso contrario le consigliamo di collegare l'SCR all'entrata dell'alimentatore, proteggendolo con un fusibile, come nello schema qui riportato. Il transistor ausiliario TR1 pilota la lampada indicatrice LP, che si accende quando il fusibile fonde ad opera della protezione.

R1	=	10.000 ohm
R2	=	470 ohm
R3	=	500 ohm (trimmer)
TR1	=	2N2905
SCR	=	di quals. tipo ma di piccola potenza
IC1	=	integr. stabilizz.

PREAMPLIFICATORE POLIVALENTE

Mi servirebbe un preamplificatore, da collegare ad un apparato audio, in grado di adattarsi a tre diverse sorgenti di segnale: ricevitore radio, giradischi con unità ceramica e giradischi con unità magnetica. Avete per caso nei vostri archivi un progetto di questo tipo?

SANTARELLI BRUNO
Venezia

Preamplificatori di questo tipo sono stati più volte presentati nella rivista. Ma vogliamo presentarne ancora uno, diverso da quelli finora pubblicati, con la speranza di interessare molti altri lettori che seguono attentamente questa rubrica. Il preamplificatore polivalente, qui riportato nella versione monofonica, può equalizzare correttamente segnali lineari (microfoni amplificati, radio o nastri), segnali da giradischi con unità ceramiche e segnali da giradischi con unità magnetiche. La selezione avviene tramite il commutatore multiplo S1a - S1b. Le sensibilità tipiche degli ingressi sono: 2,5 mV per l'ingresso magnetico, 25 mV per quello ceramico e 60 mV per quello ausiliario.

Condensatori

C1	=	10 µF - 24 Vl (elettrolitico)
C2	=	10 µF - 24 Vl (elettrolitico)
C3	=	20 pF
C4	=	100 µF - 24 Vl (elettrolitico)
C5	=	5.000 pF
C6	=	20.000 pF
C7	=	100.000 pF
C8	=	10 µF - 24 Vl (elettrolitico)
C9	=	10 µF - 24 Vl (elettrolitico)
C10	=	100 µF - 24 Vl (elettrolitico)

Resistenze

R1	=	82.000 ohm
R2	=	4.700 ohm
R3	=	27.000 ohm
R4	=	68.000 ohm
R5	=	820.000 ohm
R6	=	220.000 ohm
R7	=	18.000 ohm
R8	=	220.000 ohm
R9	=	330 ohm
R10	=	820 ohm
R11	=	15.000 ohm
R12	=	220.000 ohm
R13	=	18.000 ohm
R14	=	120 ohm
R15	=	15.000 ohm

Varie

TR1	=	BC108
TR2	=	BC108
S1a - S1b	=	comm. doppio (2 x 1 via - 3 posiz.)
S2	=	interrutt.

Nuova offerta speciale!

IL PACCO DEL PRINCIPIANTE

Una collezione di dodici fascicoli arretrati accuratamente selezionati fra quelli che hanno riscosso il maggior successo nel tempo passato.

L. 9.500

Per agevolare l'opera di chi, per la prima volta, è impegnato nella ricerca degli elementi didattici introduttivi di questa affascinante disciplina che è l'elettronica del tempo libero, abbiamo approntato un insieme di riviste che, acquistate separatamente, verrebbero a costare L. 2.000 ciascuna, ma che in un blocco unico, anziché L. 24.000, si possono avere per sole L. 9.500.

Richiedeteci oggi stesso IL PACCO DEL PRINCIPIANTE inviando anticipatamente l'importo di L. 9.500 a mezzo vaglia, assegno o c.c.p. n. 916205, indirizzando a: Elettronica Pratica - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52.

ALIMENTATORE PROFESSIONALE

IN SCATOLA DI MONTAGGIO L. 34.000

● STABILIZZAZIONE PERFETTA FRA 5,7 e 14,5 Vcc ● CORRENTE DI LAVORO: 2,2 A

Di facilissima costruzione e di grande utilità nel laboratorio dilettantistico, l'alimentatore stabilizzato è dotato di una moderna protezione elettronica, che permette di tollerare ogni eventuale errore d'impiego del dispositivo, perché la massima corrente d'uscita viene limitata automaticamente in modo da proteggere l'alimentatore da eventuali cortocircuiti.

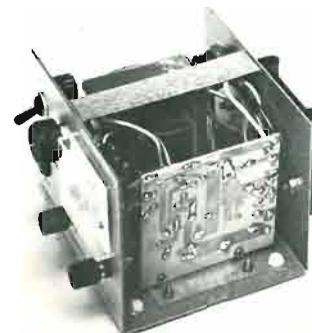
CARATTERISTICHE

Tensione d'entrata: 220 Vca
Tensione d'uscita (a vuoto): regolabile fra 5,8 e 14,6 Vcc
Tensione d'uscita (con carico 2 A): regolabile fra 5,7 e 14,5 Vcc
Stabilizzazione: — 100 mV
Corrente di picco: 3 A
Corrente con tensione perfettamente stabilizzata: 2,2 A (entro — 100 mV)
Corrente di cortocircuito: 150 mA

il kit dell'alimentatore professionale

contiene:

— n. 10 Resistenze + n. 2 presaldate sul voltmetro
— n. 3 Condensatori elettrolitici
— n. 3 Condensatori normali
— n. 3 Transistor
— n. 1 Diodo zener
— n. 1 Raddrizzatore
— n. 1 Dissipatore termico (con 4 viti, 4 dadi, 3 rondelle e 1 paglietta)
— n. 1 Circuito stampato
— n. 1 Bustina grasso di silicone
— n. 1 Squadretta metallica (4 viti e 4 dadi)
— n. 1 Voltmetro (con due resistenze presaldate)

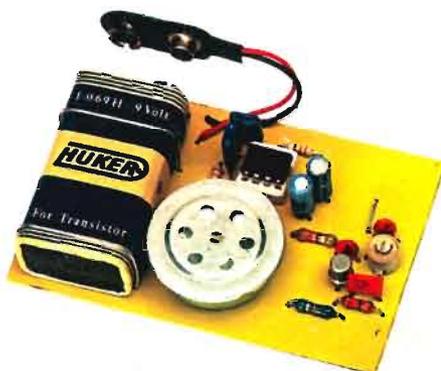
— n. 1 Cordone di alimentazione (gommino-passante)
— n. 2 Boccole (rossa-nera)
— n. 1 Lampada-spia (graffetta fissaggio)
— n. 1 Porta-fusibile completo
— n. 1 Interruttore di rete
— n. 1 Manopola per potenziometro
— n. 1 Potenziometro (rondella e dado)
— n. 1 Trasformatore di alimentazione (2 viti, 2 dadi, 2 rondelle)
— n. 1 Contenitore in ferro verniciato a fuoco (2 viti autofilettanti)
— n. 1 Pannello frontale serigrafato
— n. 7 Spezzoni di filo (colori diversi)
— n. 2 Spezzoni tubetto sterling

La scatola di montaggio dell'ALIMENTATORE PROFESSIONALE costa L. 34.000. Per richiederla occorre inviare anticipatamente l'importo a mezzo vaglia postale, assegno bancario o c.c.p. numero 46013207, citando chiaramente l'indicazione « Kit dell'Alimentatore Professionale » ed intestando a « STOCK RADIO » 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20 (Tel. 6891945) Nel prezzo sono comprese le spese di spedizione.

MICROTRASMETTITORE

FM

CON CIRCUITO INTEGRATO

CARATTERISTICHE

Tipo di emissione	: in modulazione di frequenza
Gamma di lavoro	: 88 ÷ 108 MHz
Potenza d'uscita	: 10 ÷ 40 mW
Alimentazione	: con pila a 9 V
Assorbimento	: 2,5 ÷ 5 mA
Dimensioni	: 5,5 x 5,3 cm (escl. pila)

Funzionamento garantito anche per i principianti - Assoluta semplicità di montaggio - Portata superiore al migliaio di metri con uso di antenna.

---

in scatola di montaggio

L. 9.700

Gli elementi fondamentali, che caratterizzano il progetto del microtrasmettitore tascabile, sono: la massima semplicità di montaggio del circuito e l'immediato e sicuro funzionamento. Due elementi, questi, che sicuramente invoglieranno tutti i principianti, anche quelli che sono privi di nozioni tecniche, a costruirlo ed usarlo nelle occasioni più propizie, per motivi professionali o sociali, per scopi protettivi e preventivi, per divertimento.

La scatola di montaggio del microtrasmettitore, nella quale sono contenuti tutti gli elementi riprodotti qui sopra, costa L. 9.700. Per richiederla occorre inviare anticipatamente l'importo a mezzo vaglia postale, assegno bancario o c.c.p. 46013207 intestato a: STOCK RADIO 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20 (Telef. n. 6891945).